

L'OSSATURE METALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT
AFDEELING voor BOUWKUNST
22, Plateaustraat, GENT

15^e ANNÉE

11

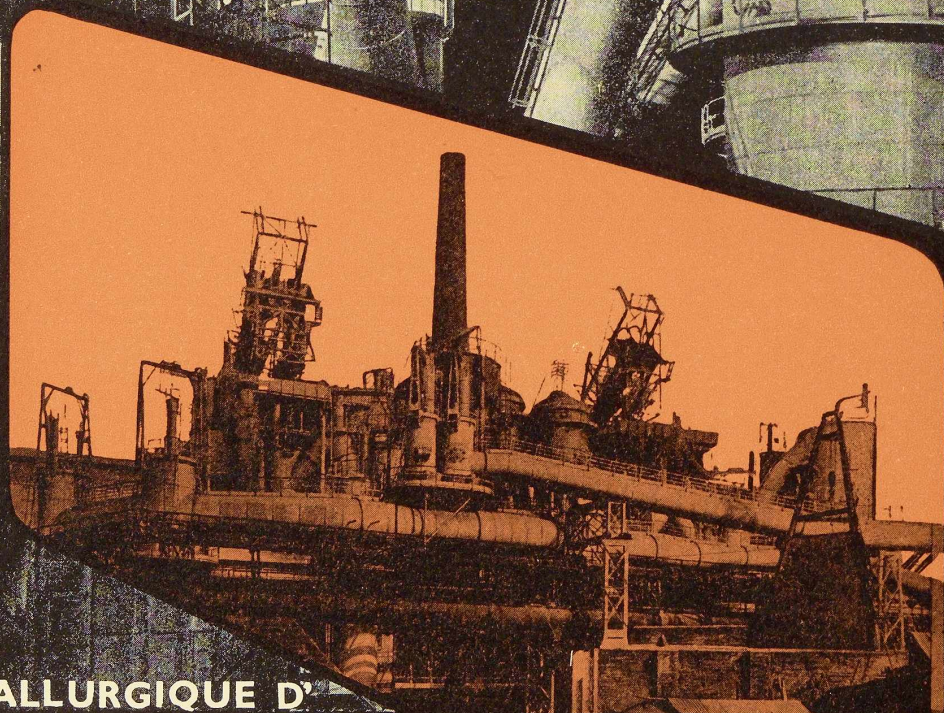
NOVEMBRE 1950

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER ÉDITÉE PAR
LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER



CHAUDRONNERIE

PONTS ET CHARPENTES
WAGONS ET VOITURES
APPAREILS DE LEVAGE
PRODUITS DE BOULONNERIE



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN-S^t ELOI

ENGHIEN-BELGIQUE



S. A.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

**LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS
D'INFORMATION DE L'ACIER**

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.98 - 47.54.99

Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

15^e ANNÉE

N° 11

NOVEMBRE 1950

S O M M A I R E

Esthétique des constructions métalliques, par F. Vitale	503
Reconstruction des ponts-rails sur le Pô près de Piacenza (Italie), par A. Bozzarelli	510
Le nouveau bâtiment de l'Université d'Etat à Moscou	513
Action du vent sur les pylônes de section triangulaire, par A. S. Joukoff	517
Recherches sur la corrosion aux Etats-Unis, par M. Pourbaix	524
Les hangars agricoles, par A. Defay	530
Le calcul des portiques continus de forme quelconque, par E. Roland	536

CHRONIQUE Marché de l'acier pendant le mois de septembre 1950. - La Sidérurgie dans le monde. - Manifestation en l'honneur du Professeur Eugène François. - Congrès sur la Recherche dans le bâtiment, Londres 1951. - Le professeur G. Magnel à l'honneur. - 15^e Congrès de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer, Rome 1950. - Nouveau procédé d'extrusion à froid. - Le Centre de Documentation Sidérurgique (C. D. S.). - L'acier dans les maisons d'habitation. - Haut fourneau chauffé au bois. - 3^e Congrès International des Fabrications mécaniques. - Echos et Nouvelles

546

ABONNEMENTS 1950 (11 numéros) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 200,-,
France et Union française : 1.900 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 7 dollars, payables à M. Léon G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

Autres pays : 350 francs belges.

Tous les abonnements prennent cours le 1^{er} janvier.

P R I X D U N U M É R O :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 25,-,
France : francs français 200,- ; **autres pays** : francs belges 40.-.

D R O I T D E R E P R O D U C T I O N :

La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se faire qu'en citant L'Ossature Métallique.

1951

Dès à présent,
veuillez renouveler
votre abonnement.

Conditions inchangées

SPÉCIALISTES
des grands travaux...



LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE



SOCIÉTÉ ANONYME

ACIÉRIES, FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTION
USINES : A SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES ET A LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Présidents d'Honneur : M. Albert D'HEUR,
M. Léon GREINER

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

M. François PEROT, Administrateur-Délégué de la S. A. d'Ougrée-Marihay, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges,

Vice-Président :

M. Aloyse MEYER, Président des A. R. B. E. D., à Luxembourg.

Administrateur-Conseil :

M. Eugène FRANÇOIS, Professeur à l'Université de Bruxelles.

Membres :

M. Justin BAUGNEE, Directeur Général Adjoint de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,
M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Général des Usines à Tubes de la Meuse, S. A.,
M. Fernand COURTOY, Président et Administrateur-Délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY, S. A.,

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique,
M. Jean DRIESEN, Directeur Général-Adjoint de la S. A. John Cockerill,
M. Hector DUMONT, Administrateur-Délégué de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur,
M. Louis ISAAC, Administrateur-Délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi,
M. Louis NOBELS, Président et Administrateur Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Pelman,
M. Henri NOEZ, Administrateur-Délégué de la Fabrique de Fer de Charleroi,
M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg,
M. Arthur SCHMITZ, Conseiller de la S. A. d'Ougrée-Marihay.

Directeur :

M. Emmanuel GREINER, Ingénieur A. I. Lg.

LISTE DES MEMBRES

ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
Métallurgique d'Espérance Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihay, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.
Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 147, boulevard de la 1^{re} Armée Britannique, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis, à Mortsel-lez-Anvers.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croyère, Senefte et Godarville, S. A., à La Croyère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-251, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.
Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

Ateliers de Construction Paul Bracke, s. p. r. l., 30-40 rue de l'Abondance, Bruxelles.
Usines de Braine-le-Comte, S. A., à Braine-le-Comte.
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve, S. A., à Saint-Michel-lez-Bruges.
Société Anonyme Anciennes Usines Canon-Legrand, 17, rue l'erre du Prince, Jemappes-lez-Mons.
Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
La Construction Soudée, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.
« Cribla », S. A., Construction de Criblages et Lavoires à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.
Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.
Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.
Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court et Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.
Ateliers Georges Heine, S. A., chaussée des Forges, Huy.
Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 52, rue des Gloires Nationales, Auvélais.
L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.
Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.
Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse, S. A., Anc. Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.
Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).
Société Anonyme des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.
Usines Laufer Frères, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.
Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.
Maccima, S. A., Bouffieux-lez-Châtelain.
Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.
La Manutention Automatique, S. A., Machelen.
Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.
Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.
Chaudronnerie A.-F. Smulders, S. A., à Gâce-Berleur-lez-Liège.
Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.
Etablissements D. Steyaert-Heene, à Eecloo.
Ateliers du Thiriau, S. A., La Croyère.
Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.
Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 105, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.
Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.
Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.
Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

MENUISERIE MÉTALLIQUE

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.
Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17-21, rue St-Véronique, Liège, 16, rue des Boiteux, Bruxelles.
« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).
Ateliers Vanderplanck, s. p. r. l., Portes métalliques, Fayt-lez-Manage.

SOUDEURE AUTOGENE

Matériel, électrodes, exécution

Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
Philips, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.
L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.

L'Oxyhydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.
Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroeck, Forest-Bruxelles.

COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métallurgique Luxembourgeois), S. A., Luxembourg.
Cosibel (Comptoir de Vente de la Sidérurgie Belge), S. C., 9, rue de la Chancellerie, Bruxelles.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Gilsoco, S. A., La Louvière.
Société Commerciale de Sidérurgie, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.
Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts, & Van Aalst réunis, à Mortsels-lez-Anvers.
P. et M. Cassart, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.
Alexandre Devis et Cie, 43, rue Masui, Bruxelles.
Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.
Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
J. Libouton & Cie, S. A., 27, rue Léopold, Charleroi.
Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 30, rue du Limbourg, Gand.
Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.
Util, s. p. r. l., 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
Collectivement :
Groupeement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 10, rue du Midi, Bruxelles.
Chambre Syndicale des Marchands de fer, 10, rue du Midi, Bruxelles.

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

Etablissements Georges L.-J. Alexis, 31, rue Dartois, Liège.
Aciers Bungert, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.
Jos. Bol, 86, rue Emile Féron, Bruxelles.
Maison Courard & Co, 9-11, place des Déportés, Liège.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Etablissements Moréa et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.
Société des Aciers et Métaux, Soamet, 41, boulevard du Midi, Bruxelles.
Wauters Frères, 23, rue de Liverpool, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Etudes Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.
Bureaux d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.
M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Ig., 6, rue J. Delbœuf, Liège.
MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstaël, Bruxelles.
Multifer Grisard, Systèmes brevetés de const. mét., 199, avenue Louise, Bruxelles.
Robert et Musette, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.
Bureau d'Etudes Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.
M. J. F. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.
MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.

DIVERS

Institut Belge des Hautes Pressions, 38, Pl. des Carabiniers, Bruxelles.
Société Métallurgique des Procédés Wernant, S. A., 71, rue Royale, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

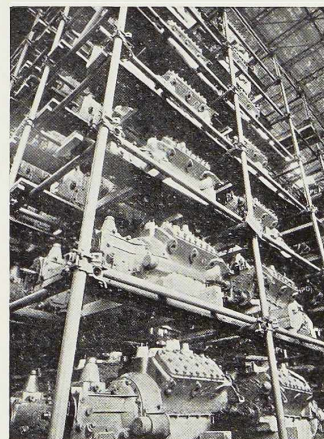
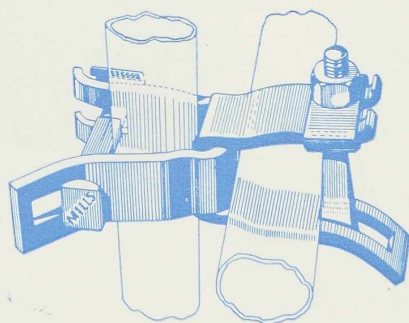
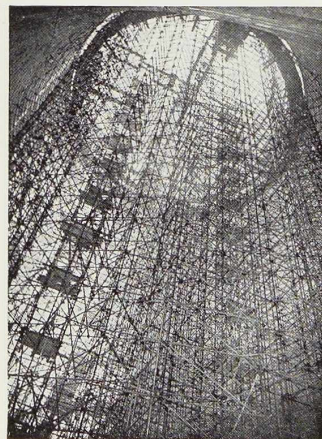
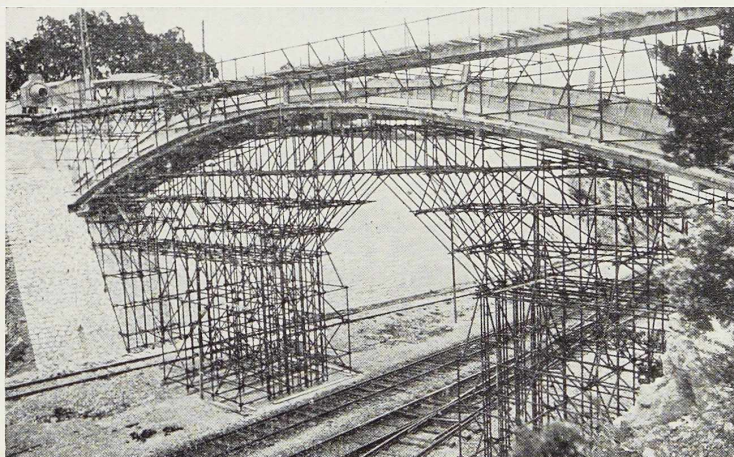
M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, Mayfair, 381, avenue Louise, Bruxelles.
M. Marcel François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.
M. Léon G. Rucquoi, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

MILLS

V E N T E

LOCATION



PRODUITS MÉTALLURGIQUES

P . & M . C A S S A R T

120-124, AVENUE DU PORT
4-6, QUAI DES CHARBONNAGES
200, RUE DE LA SOIERIE, FOREST
(Coin rue Emile Pathé)

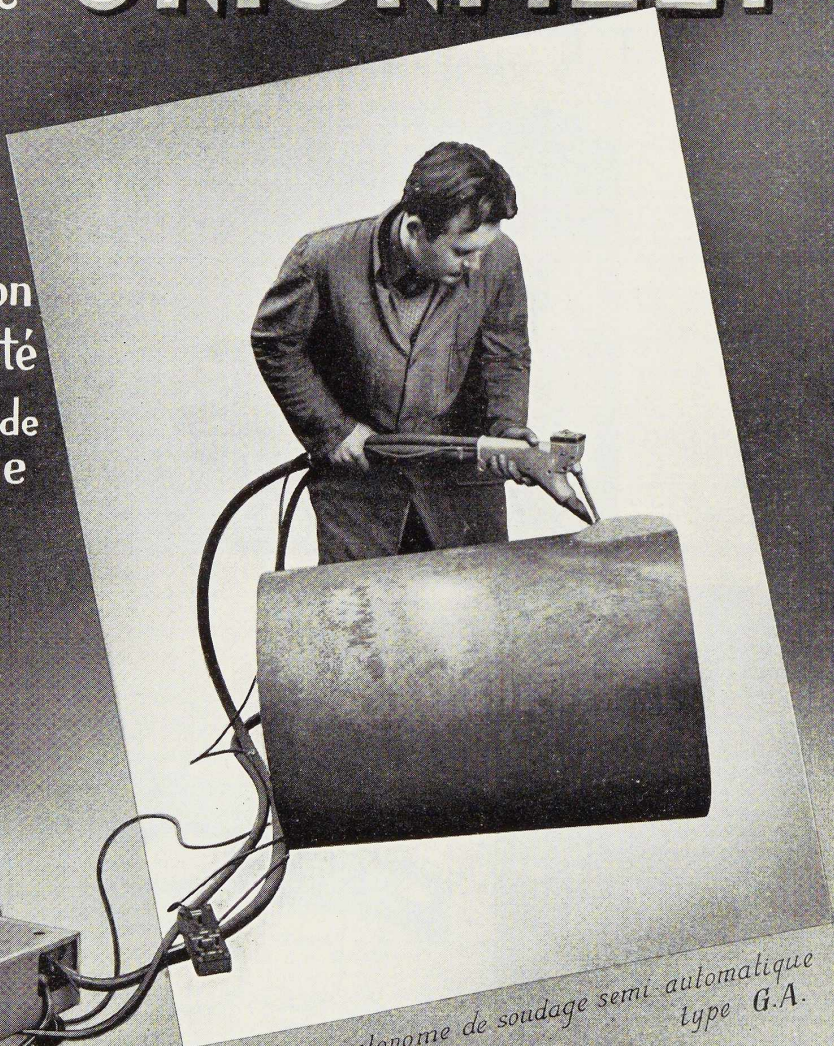
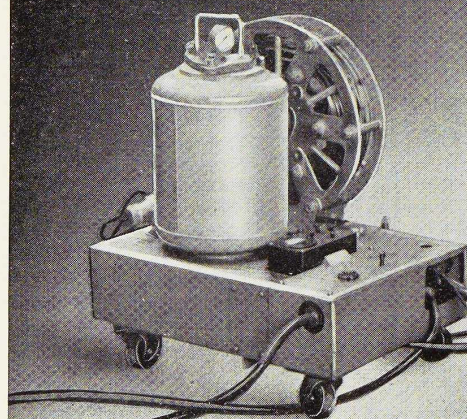
Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes) **R. C. B. 10.741**
Tél. 26.98.17 (deux lignes) **C. C. P. 87.61**
Tél. 43.72.69 - 43.72.70

LE SOUDAGE *Manuel*

par le procédé **UNIONMELT**

*A*ssure

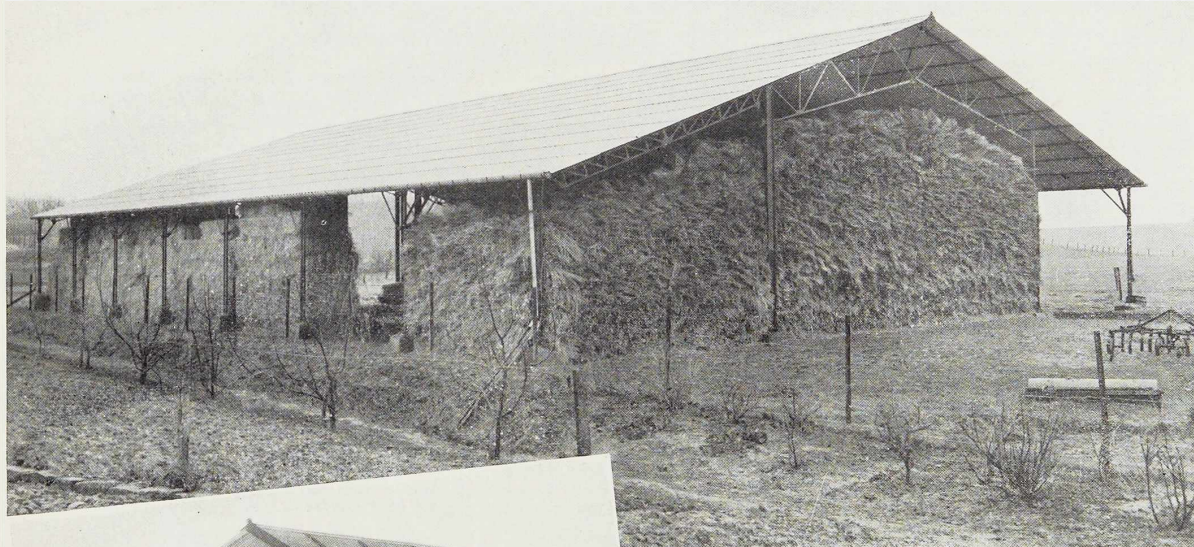
- Forte pénétration
- Soudures de qualité
- Grande vitesse de soudage



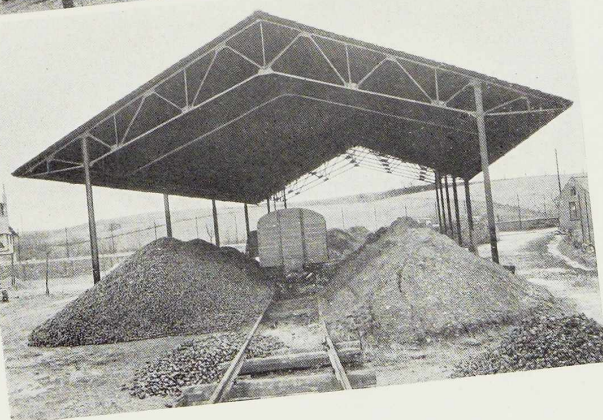
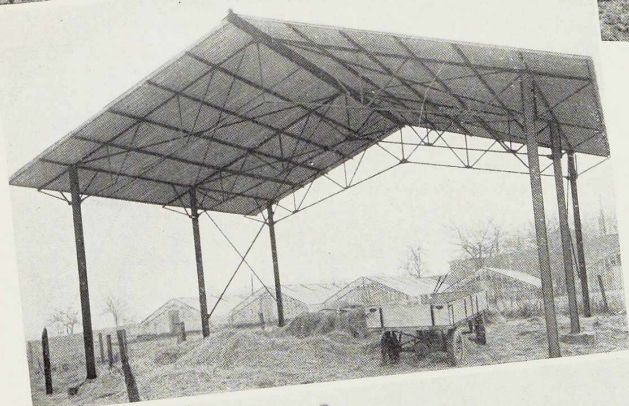
*Installation autonome de soudage semi automatique
type G.A.*

S.A. L'AIR LIQUIDE
31, QUAI ORBAN, **LIÈGE** TÉLÉPH. 43.65.55

POUR LA FERME ET L'INDUSTRIE



(PHOTOS DIETENS)



HANGARS MÉTALLIQUES

FROMONT

EXTENSIBLES ET
DEMONTABLES

★

TOUTES CONSTRUCTIONS
MÉTALLIQUES

★

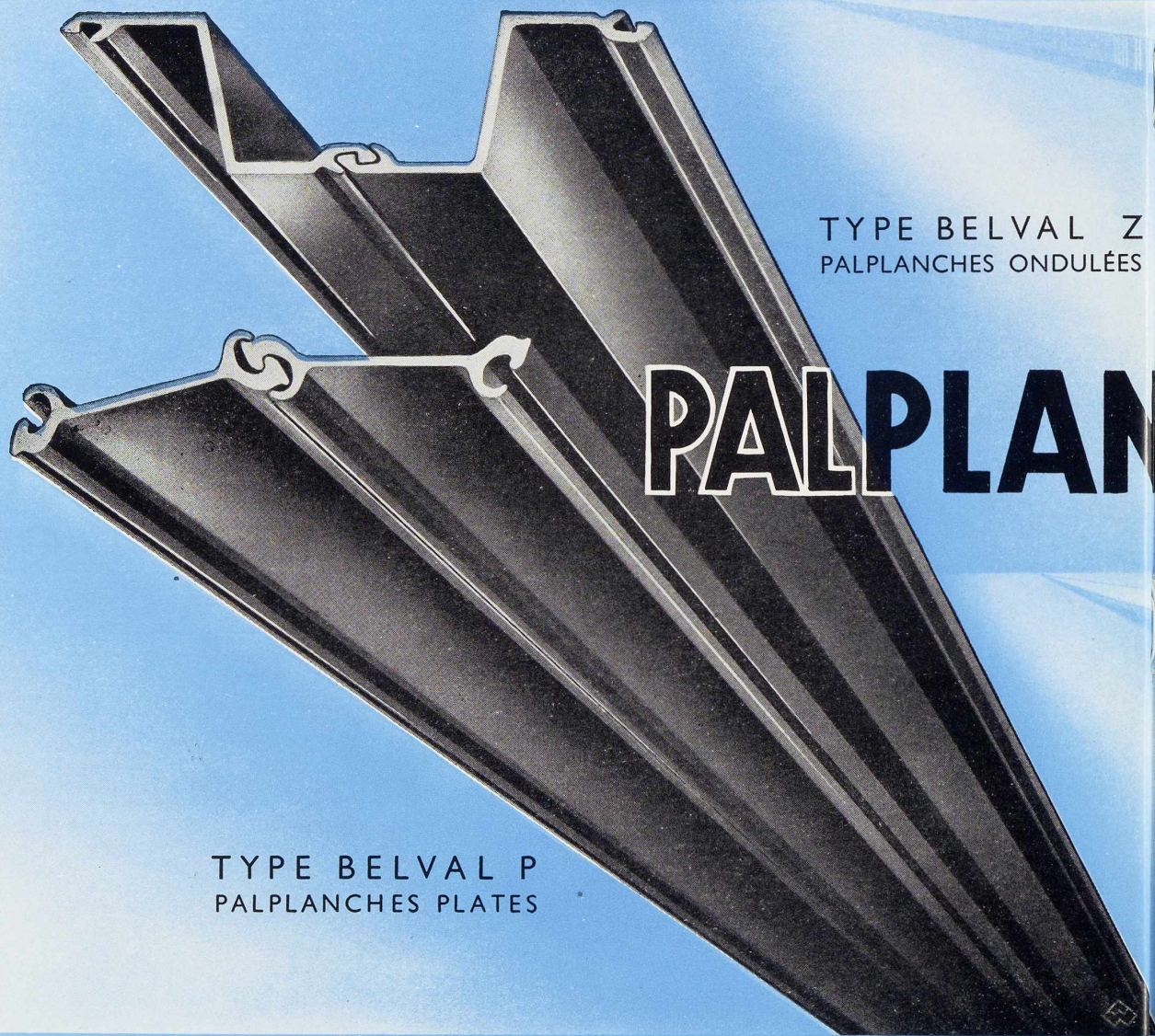
MANUTENTION

*Demandez notre
brochure descriptive*

ATELIERS FROMONT ★ MONS

TEL. MONS : 324.28 - BRUXELLES : 44.39.74 - R. C. 14.259-14.260

Réalisation Publigraphe, Bruxelles - Tél. : 37.91.85



TYPE BELVAL Z
PALPLANCHES ONDULÉES

PALPLANCHES

TYPE BELVAL P
PALPLANCHES PLATES

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE

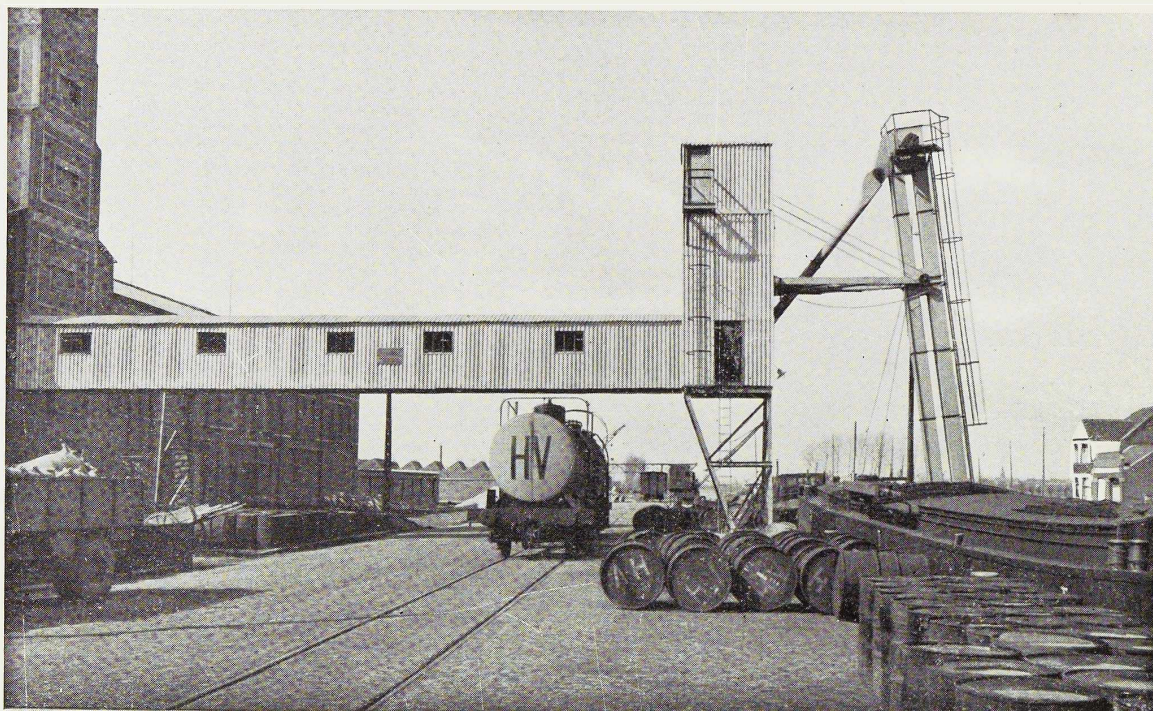


NICHES ARBED-BELVAL



SER A
COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG



Installation de déchargement de bateaux par élévateur à godets, goulotte et transporteur à courroies.
À l'intérieur du bâtiment, installation de stockage en silos.

Plus de 25 années de spécialisation
en manutention

LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

Soc. An. **MACHELEN** (Brabant)

Tél. : Bruxelles 15.38.34



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES INDUSTRIES
TANT À L'ÉTRANGER QU'EN BELGIQUE

CATALOGUE DE 150 PAGES SUR DEMANDE



AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAWMARKSTRAAT, BREDA

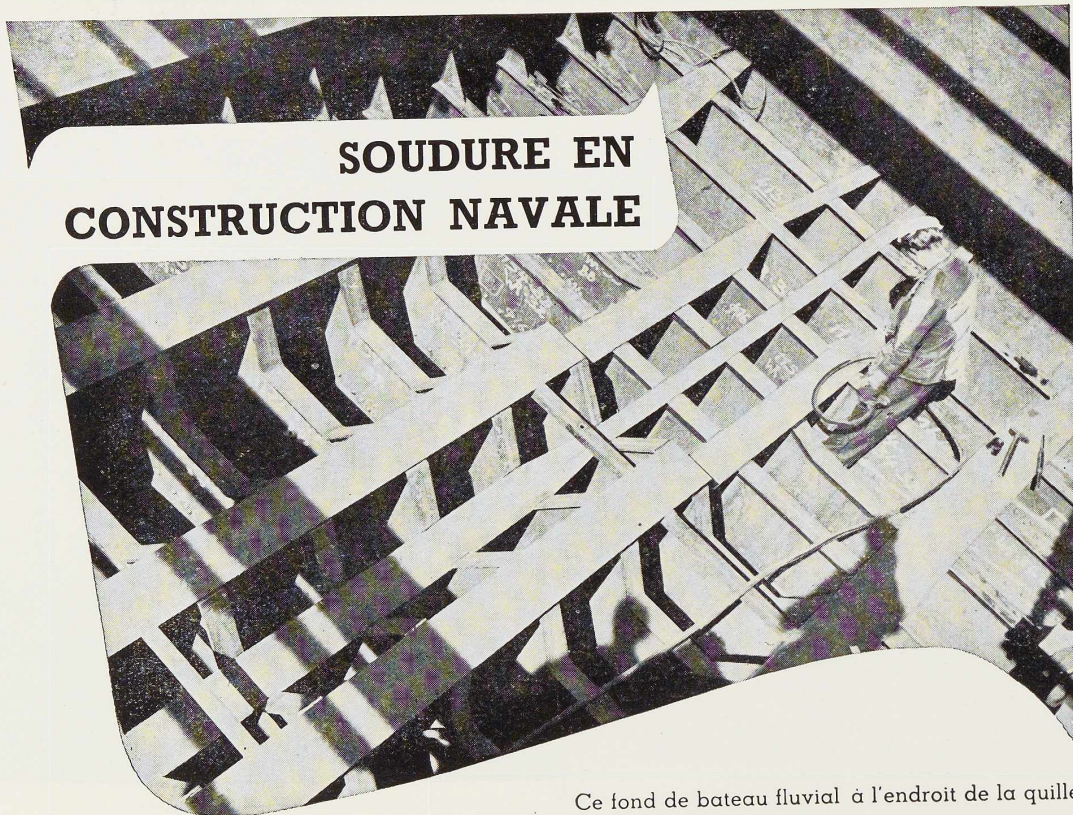


PONTS FIXES ET MOBILES, CHARPENTES
DE TOUS GENRES ET PORTEES, OSSATURES
METALLIQUES POUR USINES ET MAISONS,
HANGARS, PYLONES, TANKS, RESER-
VOIRS, MATERIEL FIXE POUR CHEMIN DE
FER, PORTES, ESCALIERS, ETC., ETC.



ETABLISSEMENTS D. STEYAERT-HEENE

SOUDURE EN CONSTRUCTION NAVALE



Ce fond de bateau fluvial à l'endroit de la quille
a été entièrement soudé au moyen des électrodes
PHILIPS 50 pour les joints horizontaux et PHILIPS 28
pour les joints verticaux. L'emploi de ces électrodes
assure à l'assemblage une parfaite résistance aux
vibrations et l'élasticité requise

La légèreté qui résulte de l'emploi de la soudure
à l'arc a permis de réaliser une économie
supérieure à 15% dans le prix de revient.

ELECTRODES POUR TOUS TRAVAUX

PHILIPS

DIVISION TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

S. A. B. 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles Tél. 12.31.40 (20 lignes)





MATÉRIEL TUBULAIRE

pour Echafaudages
Tours fixes et mobiles
Soutiens de coffrage
Monte-charges
Casiers de stockage
Hangars démontables
Tribunes

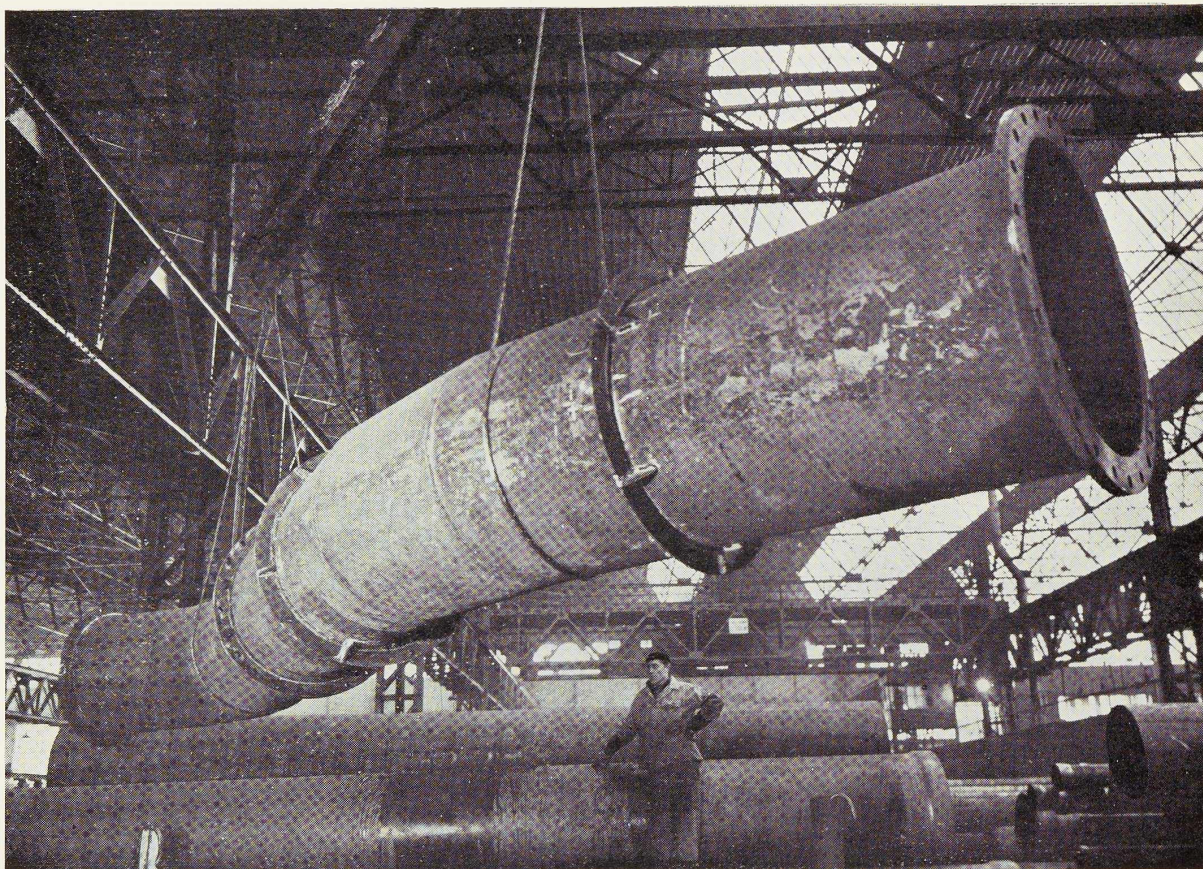


A.DEVIS&C^{IE}

DÉPARTEMENT : « ÉCHAFAUDAGES TUBULAIRES »

158, RUE SAINT-DENIS, BRUXELLES • TÉLÉPHONES : 43.15.05 - 43.75.77

LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE



DIVISION SOUDAGE : FABRICATION D'UNE COURBE EN S

Nos usines fabriquent :

TOUS LES TYPES DE TUBES D'ACIER SOUDÉS ET SANS SOUDURE

- pour canalisations et tuyauteries d'eau, gaz, vapeur, chauffage central, vapeur saturée, usages mécaniques, etc.,
- pour chaudières, locomotives, industries chimique et sucrière,
- pour industrie pétrolière, haute pression, etc.,
- pour poteaux d'éclairage et force motrice,
- pour potelets de signalisation routière, lumineux ou non,
- pour barrières fixes et mobiles, halls, hangars, pylônes,
- pour bouteilles de tous fluides et de toutes contenances,
- pour cycles, motos, autos, avions, jouets, mobiliers, décorations, sports, échelles Tubesca de tous types.
- divers profils : carré, rectangulaire, ovale, hexagonal, etc.

NOTICES, CATALOGUES ET DEVIS SUR DEMANDE

USINES A TUBES DE LA MEUSE

FLÉMALLE-HAUTE (BELGIQUE)



LE SOUDOMATE

REALISATION
PUBLIGRAPHIE
BRUXELLES
TEL. 37.91.85

SOUDURE AUTOMATIQUE A L'ARC!

Pourquoi ne l'emploieriez-vous pas
vous aussi ?

Les machines sont trop coûteuses ?
Vos fabrications ne s'y prêtent pas ?

Peut-être,
mais alors, pourquoi ne pas essayer la

SOUDURE SEMI-AUTOMATIQUE A L'ARC ?

Le Soudomate « Esab » peut vous aider
à résoudre de nombreux problèmes
grâce à ses avantages spécifiques :

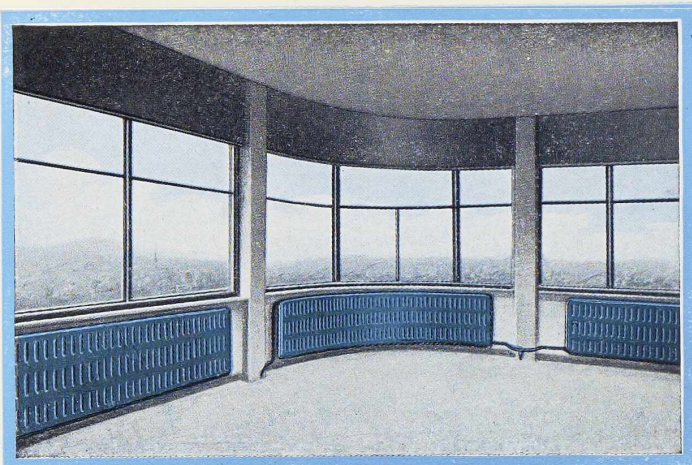
- Prix d'achat modéré,
- Qualité du métal déposé,
- Aspect impeccable des cordons,
- Utilisation d'électrodes
de forts diamètres,
- Facteur d'utilisation 100 %,
- Main-d'œuvre non spécialisée,
- Simplicité de construction
et de manipulation,
- Souplesse, légèreté, adaptation facile.

**Consultez-nous,
nous vous documenterons.**

Une démonstration vous étonnera !

ESAB

ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE. S.A.
116-118, R. STEPHENSON • BRUXELLES
TELEPHONES : 15.91.26 • 15.05.32

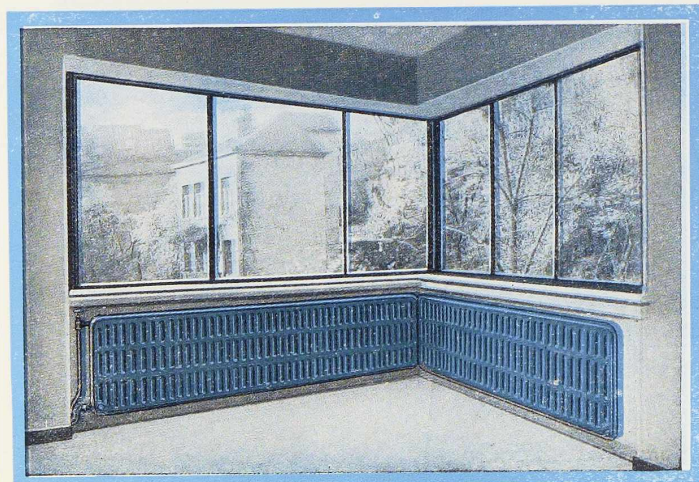
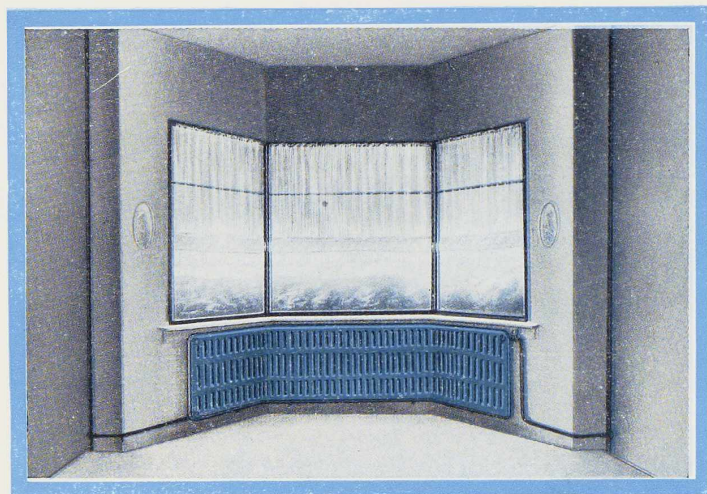


CHAUDIÈRES
ET
RADIATEURS

Def

TOUT
ACIER

PEU
ENCOMBRANT
MODERNE
LE GRAND LUXE
EN CHAUFFAGE
CENTRAL



S. A. DES ÉTABLISSEMENTS

T_{HOMAS} **DEFAWES**

ROCOUR (LIÈGE)

TÉLÉPHONE : 63.45.71

**ARCHITECTES
ENTREPRENEURS**

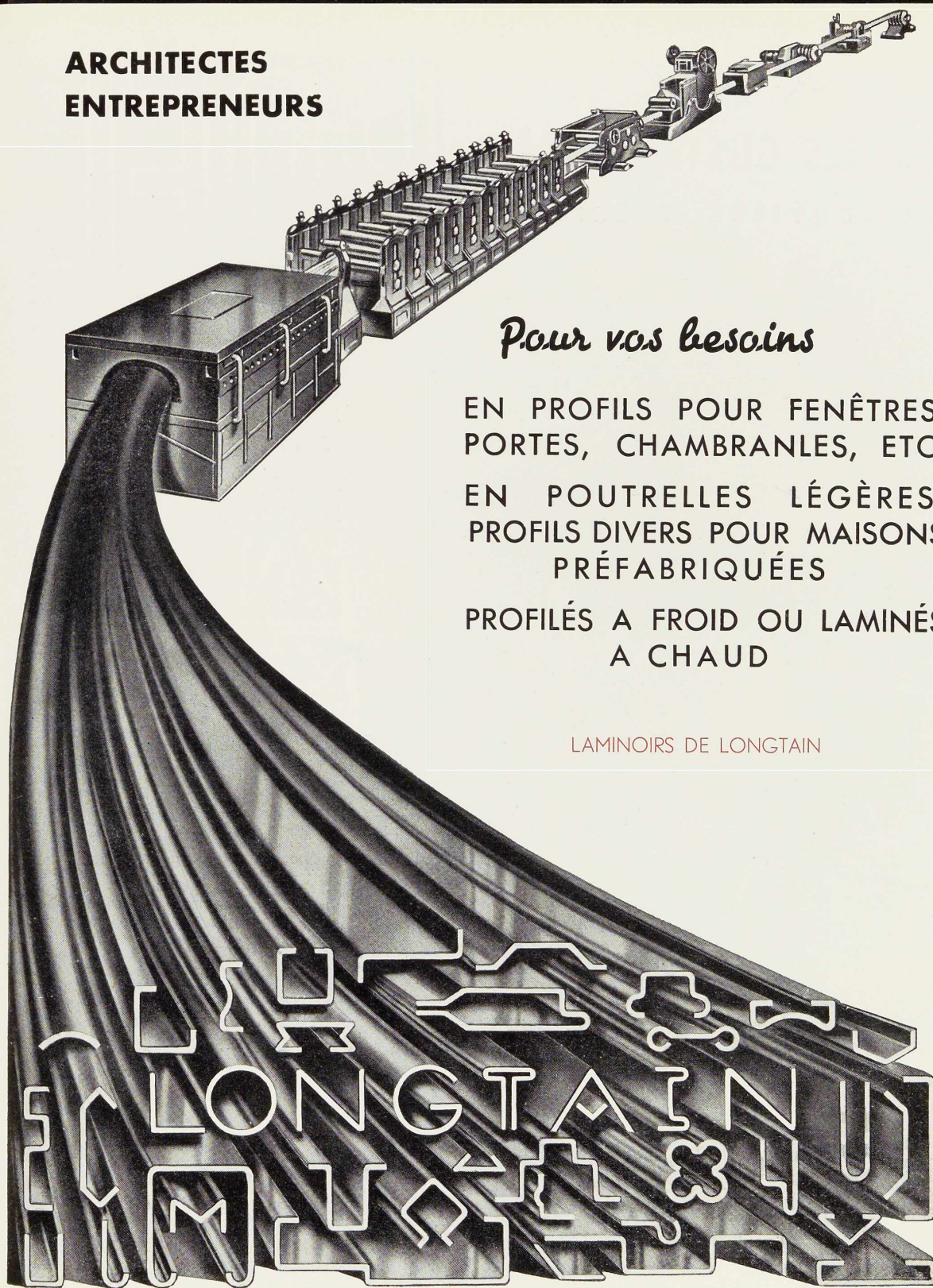
Pour vos besoins

EN PROFILS POUR FENÊTRES,
PORTES, CHAMBRANLES, ETC.

EN POUTRELLES LÉGÈRES,
PROFILS DIVERS POUR MAISONS
PRÉFABRIQUÉES

PROFILÉS A FROID OU LAMINÉS
A CHAUD

LAMINOIRS DE LONGTAIN



SOCIÉTÉ ANONYME

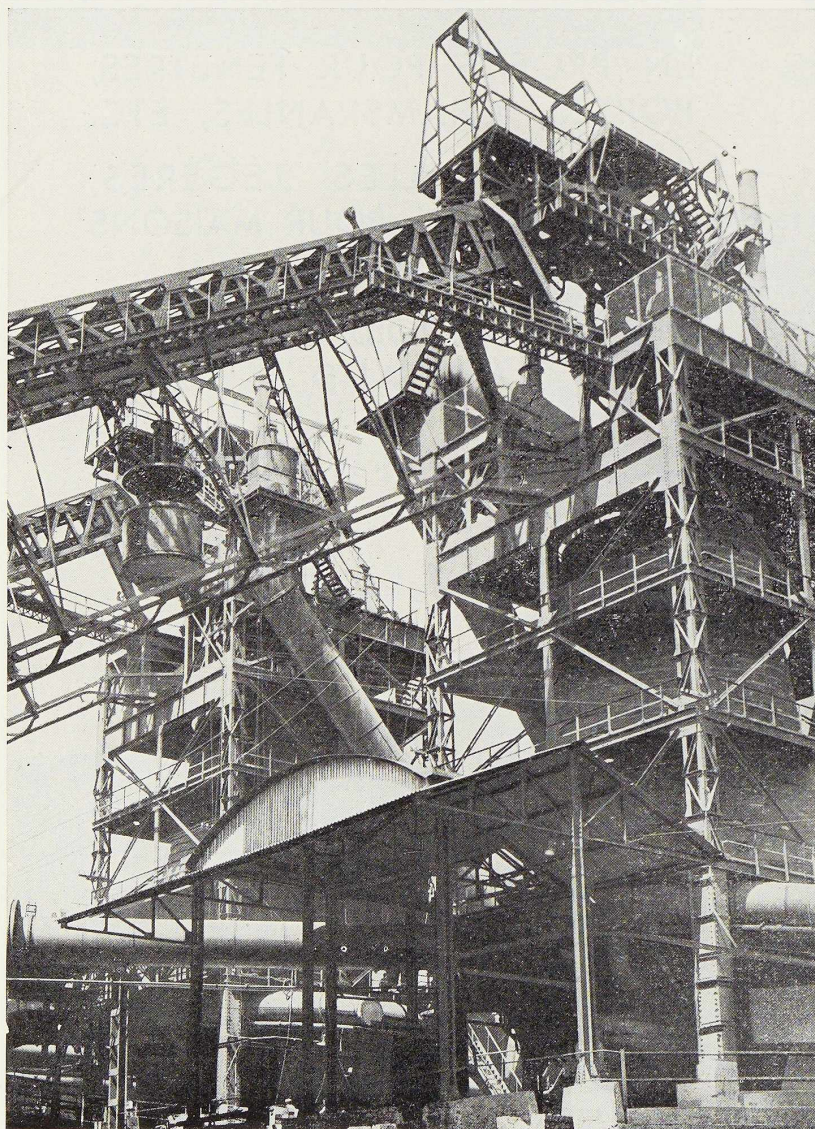
USINES GUSTAVE BOËL

LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

TÉLÉPHONES : 231.21 - 231.22 - 231.23 - 231.24

TÉLÉGRAMMES : BOËL, LA LOUVIÈRE

BOËL



Division LAMINOIRS

LARGES PLATS
TÔLES LISSES, TÔLES STRIÉES,
TÔLES À LARMES
RONDs À BÉTON - FIL MACHINE
RAILS - ÉCLISSES
DEMI-PRODUITS

Division FONDERIE D'ACIER

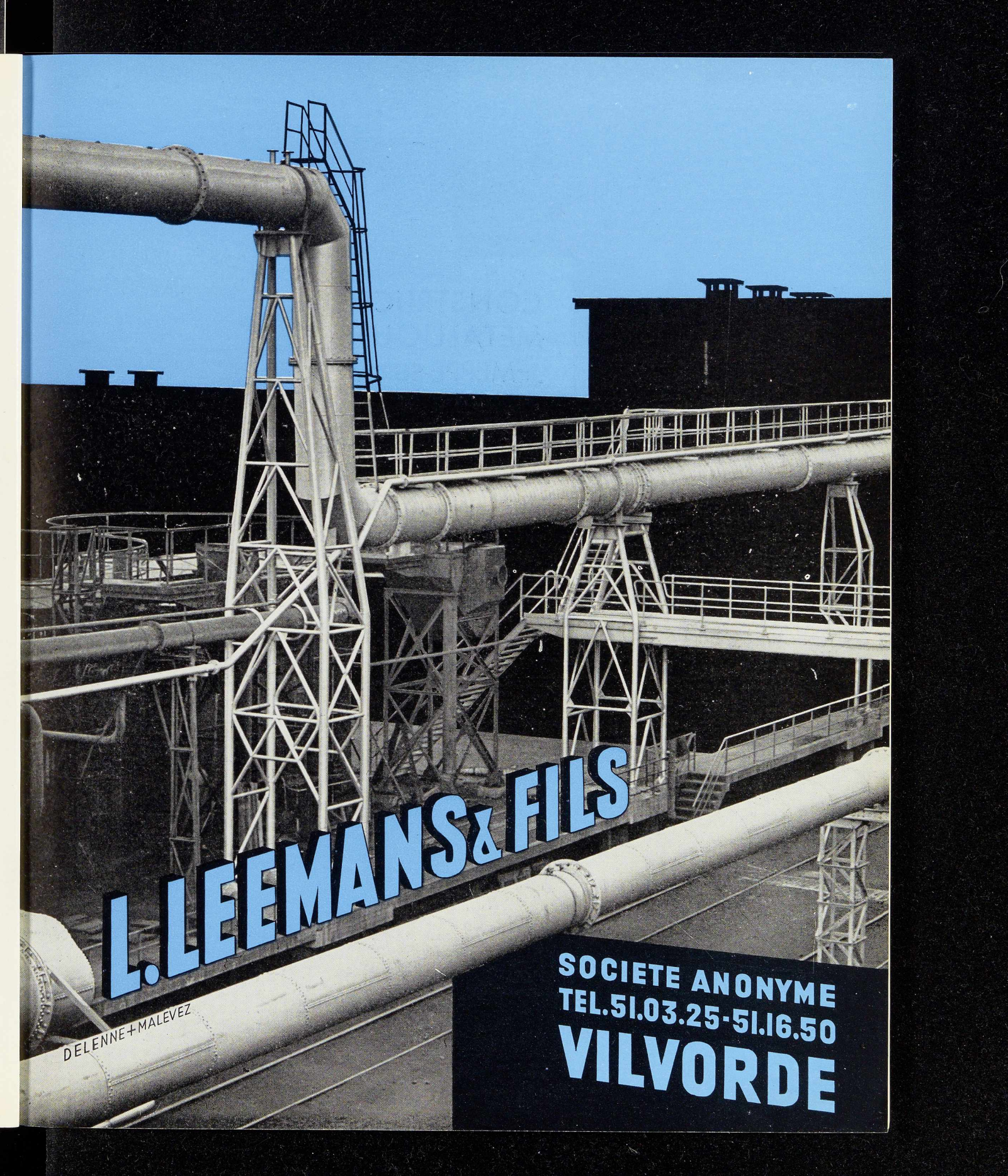
Moulage d'acier : Toutes pièces d'acier moulé brutes et parachevées pour matériel de chemin de fer et industries diverses. Spécialités de centres de roues et cuves à recuire pour feuillards, fils, tôles fines, etc. Essieux - Bandages - Trains montés - Pièces de forge.

Division BOULONNERIE

Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets.

Produits DIVERS

Cokes industriels et domestiques - Goudron - Sulfate d'ammoniaque - Huiles légères. Laitiers granulés et concassés - Scories Thomas.

A black and white photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The image shows a complex network of large, horizontal pipes supported by metal scaffolding and walkways. In the background, there are large, dark industrial buildings with several chimneys. The sky is clear and blue. The overall scene conveys a sense of large-scale industrial operations.

L. LEEMANS & FILS

DELENNE+MALEVEZ

SOCIETE ANONYME
TEL. 51.03.25-51.16.50
VILVORDE

**CONSTRUCTIONS
MÉTALLIQUES DE
JEMEPPE-SUR-MEUSE**

Société Anonyme

Anciennement « Ateliers Georges Dubois »

Registre du Commerce : Liège 4544

Téléphone : 33.78.80-33.78.89.

Adresse télégr.: Comeppe-Jemeppe-sur-Meuse

**PONTS
CHARPENTES
CHAUDRONNERIE**

BUREAU D'ETUDES
LISTE UNIQUE DE RÉFÉRENCES



C·M·J

Soudez deux fois moins cher
parce que trois fois plus vite!



GRACE A LA

COMETE ROUGE

ÉLECTRODE À TRÈS FORTE PÉNÉTRATION

PLUS DE 100.000 MÈTRES DE JOINTS ONT DÉJÀ FAIT LEURS
PREUVES DANS LES APPLICATIONS LES PLUS DIVERSES.

SOUDOMETAL

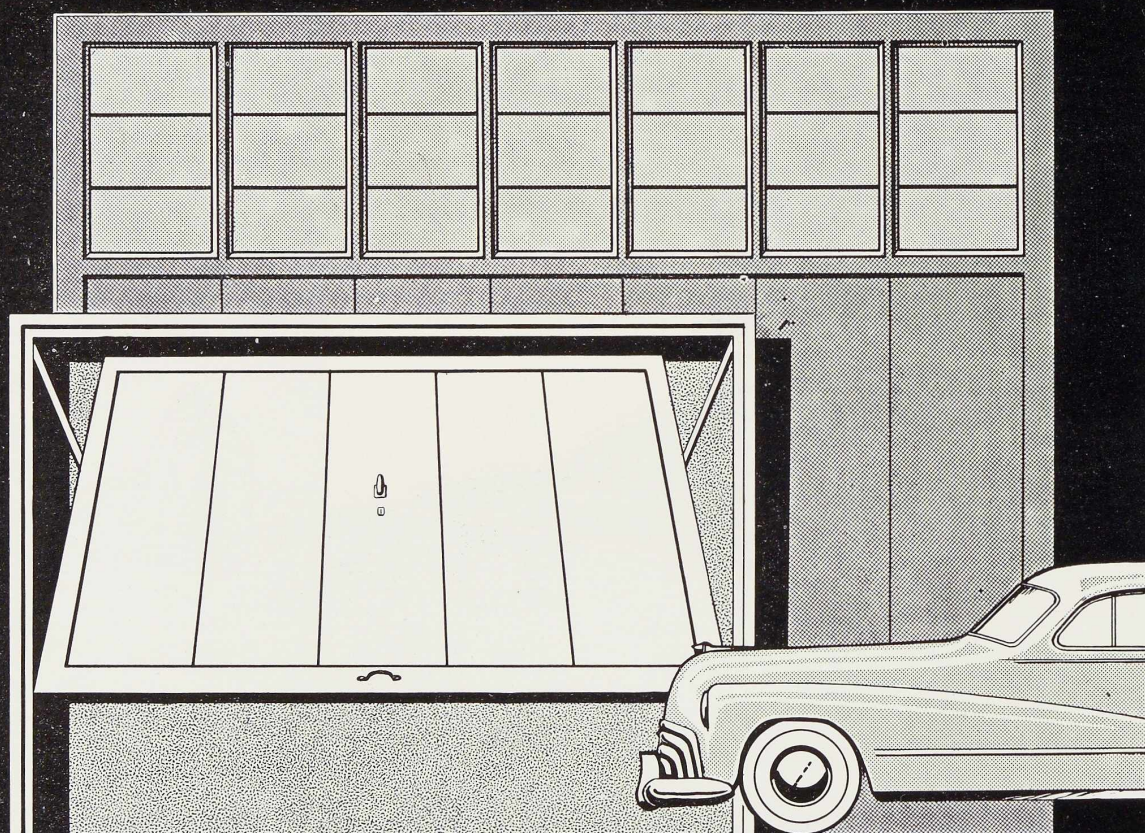
SOCIÉTÉ ANONYME

SOUDAGE SUR CHANTIER
D'ÉLÉMENTS DE PONT DE
NAVIRE.



83, CHAUSSEE DE RUYSBROECK, FOREST-BRUXELLES — TÉL. 43.45.65 - 44.09.02

Portes métalliques basculantes



VANDERPLANCK

FAYT - LEZ - MANAGE (BELGIQUE)

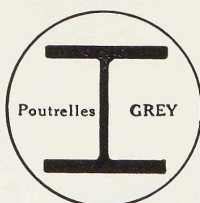
Licence DE VRIES ROBBÉ, à GORINCHEM, (Hollande) Brevet 464.708



**Grands Magasins
RINASCENTE,
MILAN**

CONSTRUCTEURS :
OFFICINE BOSSI S. P. A.
MILAN

POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

DAVUM S. A.

22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 299.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

TOUS PRODUITS M

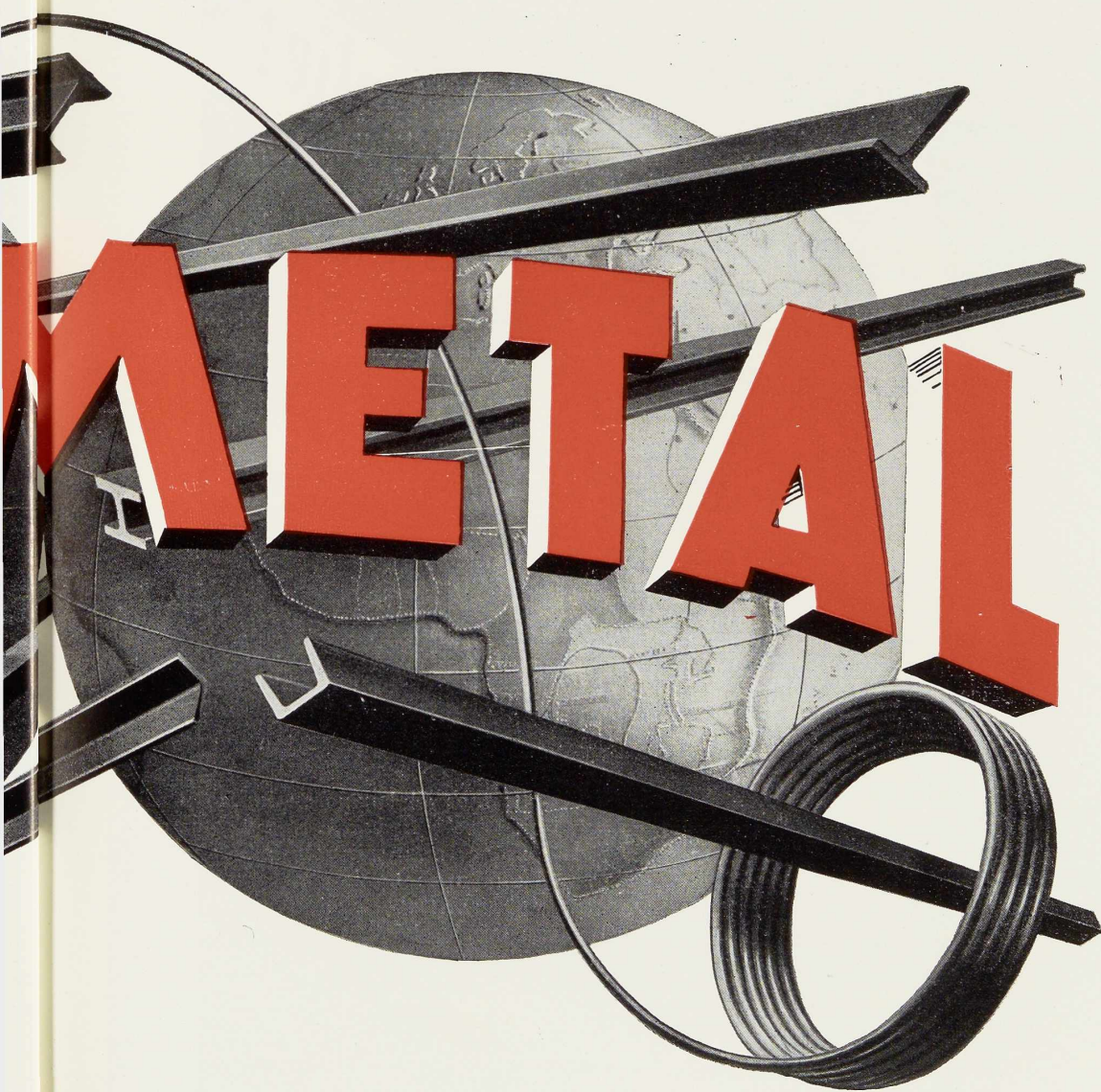


24 RUC
BRUL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

MÉTALLURGIQUES



**ROYALE
ULLES**

NE - SAMBRE & MOSELLE

Montage Métallique

une garantie!



ASSOCIATION DES ENTREPRENEURS
DE MONTAGE DE BELGIQUE

A. E. M. B.

13, Rue des Hirondelles BRUXELLES Tél. : 17.67.40

PSI Editions SCIENCE & TECHNIQUE
21, rue Newton, BRUXELLES

ÉLECTRODE
ARCOS

Navalend

POUR
LE SOUDAGE
EN
TOUTES
POSITIONS
DE PIÈCES
MAL JOINTES
OU
MAL AJUSTÉES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

VERDEYEN &

MOENAERT

INGÉNIEURS-CONSEILS A. I. Br.

MÉCANIQUE DU SOL.

FONDATIONS.

TRAVAUX INDUSTRIELS.

GÉNIE CIVIL.

RUE GUIMARD, 15^A, BRUXELLES. TÉL. : 12.18.14 - 12.24.41

JOURET

LUTTRE

Grey de Differdange

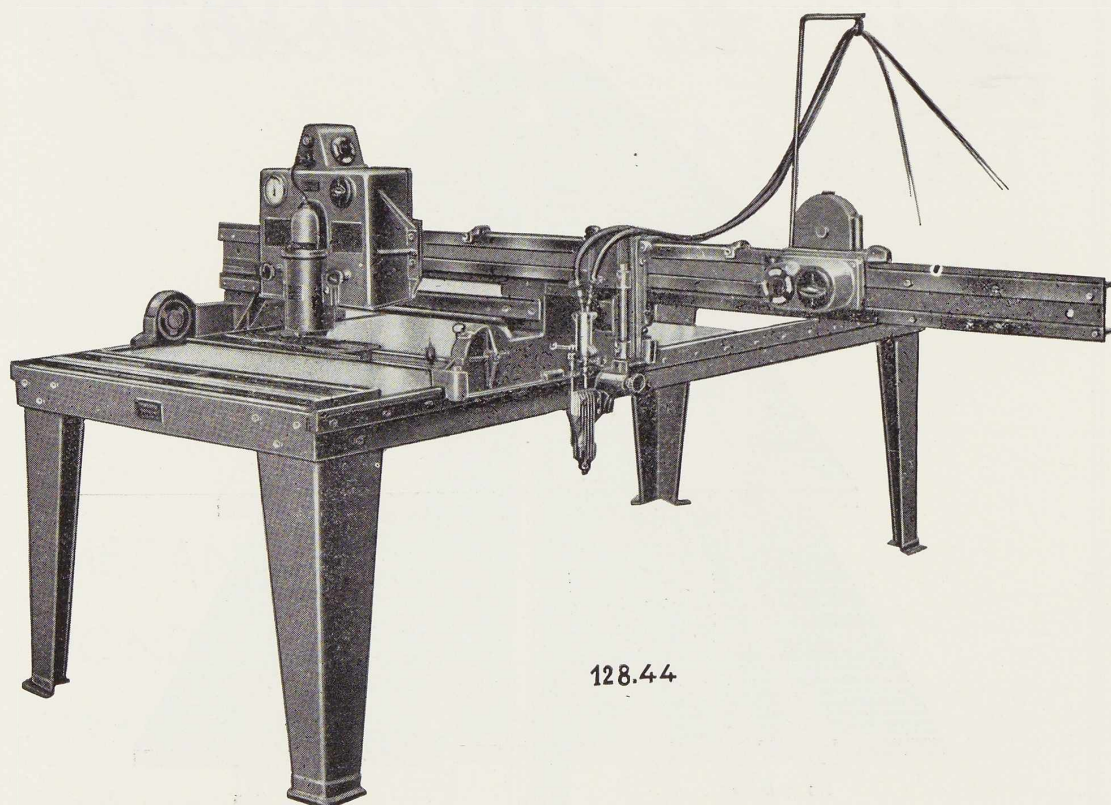


et tous les produits métallurgiques

TEL : CHARLEROI 511.31
LUTTRE 248

*Les temps "morts"
sont réduits au minimum avec*

« SECTOMATIC »



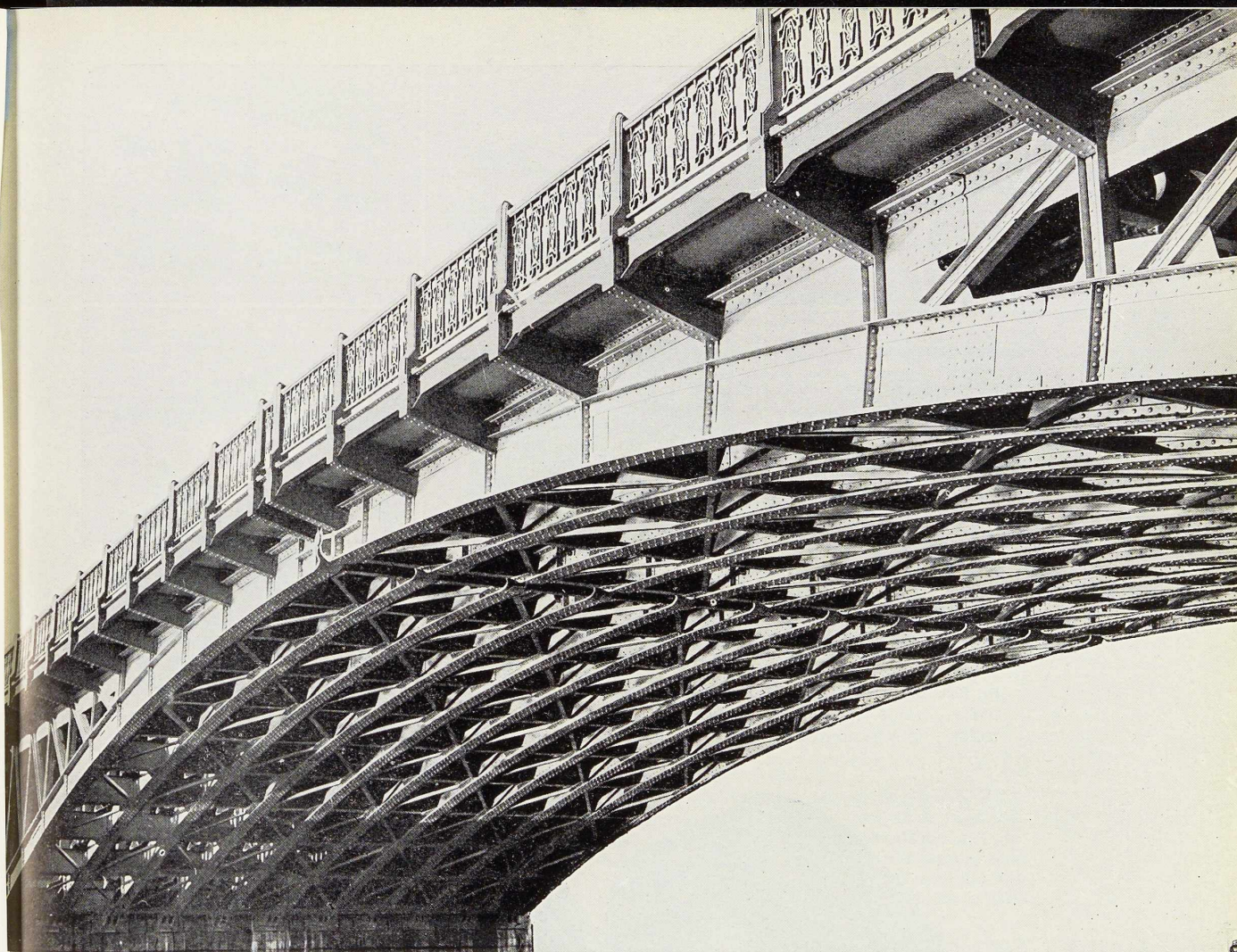
128.44

...la nouvelle machine fixe
d'oxy-coupage de

**L'OXHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

S. A. — 31, RUE PIERRE VAN HUMBEEK
BRUXELLES Téléphone : 21.01.20 (5 lig.)





LE PONT DE FRANCE, A NAMUR,
réalisé par la

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION
JAMBES-NAMUR

Anciens Établissements Th. FINET (Tél. 233.55 Namur)

JAMBES



SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE
S. A.

1^a, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES
TÉLÉPH. : 12.31.70 (4 LIGNES) 12.00.53 (3 LIGNES) — C. C. P. 33.97
TÉLÉGR. : SIDÉRUR-BRUXELLES — REG. COMM. : BRUX. 207.794

VOUS OFFRE TOUTE LA GAMME
DES PROFILÉS MOULURÉS A FROID
POUR LA CONSTRUCTION DE :

- Vos meubles métalliques*
- Vos charpentes légères*
- Vos vitrages sans mastic*
- Vos voitures métalliques pour chemins de fer etc.... etc....*

Consultez-la pour tout profil spécial pouvant être
mouluré à froid hors feuillard laminé à chaud.

Office Technique de Publicité

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

15^e ANNÉE - N° 11

NOVEMBRE 1950

François Vitale,
Architecte D. P. L. G.,
Ingénieur
des Arts et Manufactures,
Professeur de Construction
à l'Ecole des Beaux-Arts
de Paris

L'esthétique des constructions métalliques ⁽¹⁾

Voir des Architectes participer et prendre la parole à un Congrès International de l'Acier : voilà qui est un signe des temps.

Je suppose que tout le monde ici est convaincu que l'Architecture n'est pas un luxe — qu'il coûte aussi cher de faire laid que de faire bien. C'est par l'Architecture et par les Arts que les civilisations survivent.

Le titre de ma communication est donc bien dans la ligne du Congrès : « Acier et Esthétique ». L'Acier a-t-il apporté quelque chose à l'Art de Bâtir ? Est-il par lui-même susceptible d'esthétique et à ce titre, que faut-il encore lui demander ?

L'esthétique dépend du Matériau, du Programme et du Constructeur — de ces trois éléments, dont aucun n'est tout. L'Architecture résulte de leur coordination : elle est le fait de l'Architecte.

Pour rester dans l'objectif, voici un programme précis, un bâtiment dont la technique et l'aspect sont étudiés à fond par des hommes de l'art. Quelles sont, dans ces conditions, les ressources esthétiques de la construction métallique ?

Si nous n'avions plus d'acier, nous reviendrions aux modes constructifs du XVII^e siècle, aux diligences, avec les seuls matériaux traditionnels, avec les transports et les armements du temps. C'est un sujet de roman d'anticipation : il nous fait toucher du doigt le rôle que l'acier joue dans notre civilisation.

Je laisse les traités d'Archéologie vous conter l'histoire du métal dans la construction. La nature nous livre à l'état brut des ressources bien caractérisées : des matériaux pulvérulents, des matériaux courts et des matériaux longs. Les matériaux courts ou cubiques, alliés aux liants, sont à l'origine des maçonneries, qui engendrent des plans et des volumes mais ne résistent pas à la traction. Le bois est le seul matériau long naturel : il a fallu attendre la fin du XVIII^e siècle pour que l'Homme commence à produire un matériau long qui résiste à la traction : l'Acier. L'année 1800 marque le début d'une évolution dont nul ne peut prévoir l'aboutissement.

Déjà le bronze et le fer ont assez compté pour donner leur nom à des âges de l'humanité. Depuis la Haute Antiquité jusqu'au dernier siècle, les usages localisés du métal n'ont eu qu'une faible

⁽¹⁾ Communication présentée par l'auteur au 13^e Congrès des Centres d'Information de l'Acier (La Haye, juin 1950).



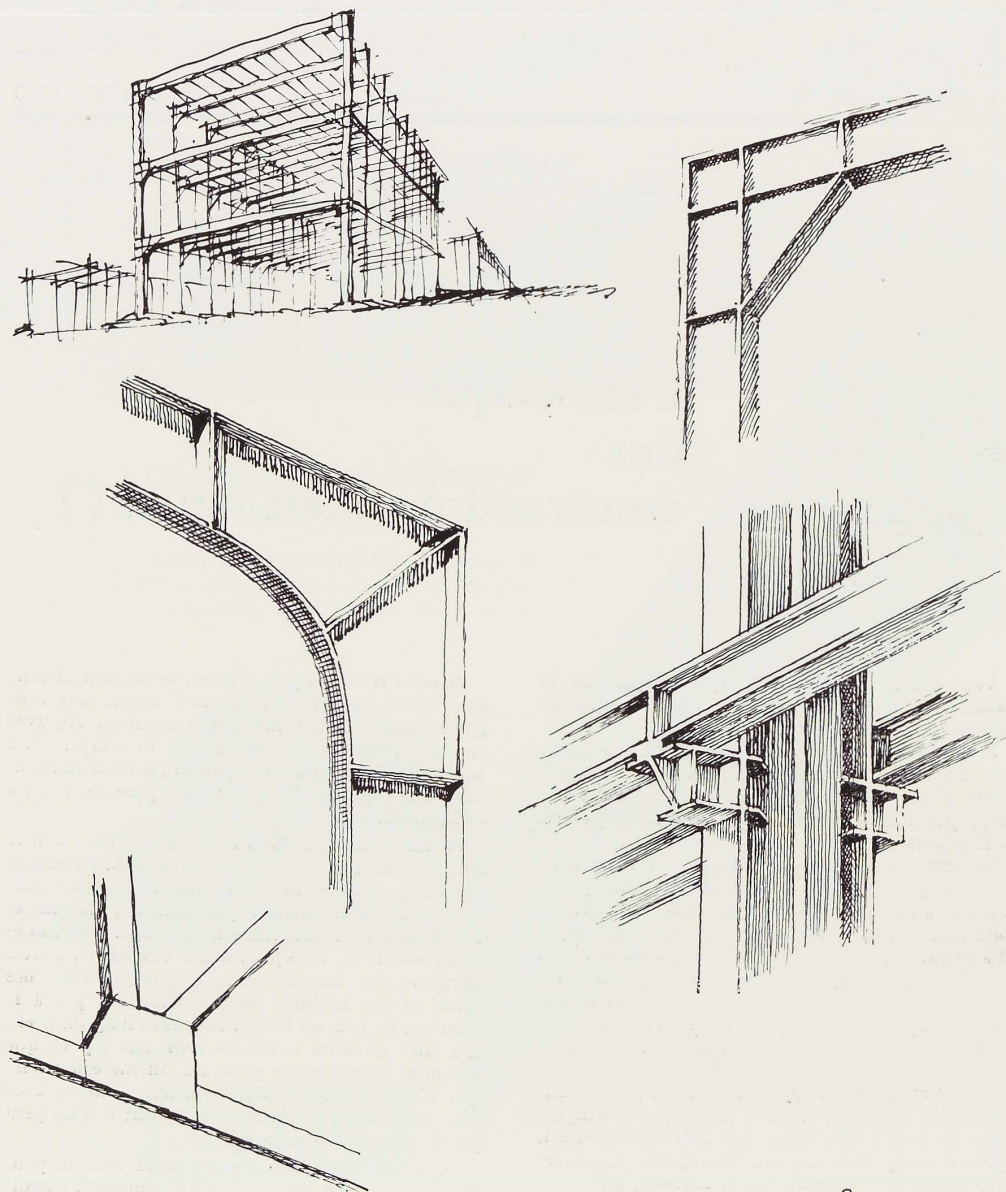


Fig. 657 à 661. Esthétique de l'acier.

C.

(C. oquis de l'auteur.)



incidence sur l'art de bâtir. L'âge de l'Acier commence donc avec le XIX^e siècle. Des rails de roulements, des ponts, des planchers — des essais timides, dont les enseignements viennent aider aux techniques de la production. La mise au point des procédés sidérurgiques livre alors au constructeurs des barres, des profilés — des matériaux neufs qui sont à l'origine d'une construction neuve. L'ossature métallique sous ses formes multiples : pan de fer, plancher, comble métallique, serrurerie, — l'utilisation de l'acier en câbles, gros profils, tôles, barres, ont donné à la construction un nouveau visage et des possibilités que vous connaissez tous; je ne vous les décrirai point. L'objet de mon propos m'amène à les considérer dans leur ensemble, avec l'œil de l'Architecte et du Constructeur qui ambitionnent de dépasser le stade de l'utilitaire et d'atteindre une valeur humaine. Les immeubles, les usines, les ouvrages d'art, les engins ou équipements où intervient l'acier seront-ils un jour reconnus comme susceptibles d'esthétique ?

Il en est des réalisations de l'Acier comme de toutes les constructions : les unes sont laides et même inutiles, les autres sont simplement utilisables, — quelques-unes ont une fonction architecturale, même lorsqu'on ne s'en est soucié. Que la fonction soit nettement affirmée, qu'un esprit ait coordonné les résultats techniques, et on s'élève alors de la simple utilité à l'Architecture.

Or l'esthétique tient avant tout au *matériau*. Il est élémentaire de dire que les formes et la plastique sont l'image et la conséquence du matériau et qu'elles expriment ses contraintes. L'Acier est froid, franc et exigeant : il donne à priori une architecture sobre, rythmée, banale ou de grande tenue, selon le Maître d'Œuvre qui le manie.

En possession de la barre, du profilé, de la tôle, — plus tard du rivet et de la soudure, des aciers spéciaux, — le constructeur propose à l'Architecte des formules révolutionnaires qu'il, peu à peu ont gagné du terrain, pour cette seule raison qu'elles sont rapides et économiques. Le linteau métallique ouvre plus largement les baies que la simple armature du clavage, — le poteau de fonte ou de profilé permet de crever les façades et de réaliser l'ouverture totale par suppression des maçonneries. L'alliance de l'un et de l'autre engendre par combinaisons successives, le pan de fer, le plancher, la maille tridimensionnelle : les portées limites des voûtes en pierre et des planchers en bois sont dépassées, les volumes limites des constructions à entassement sont multipliées en surface et en hauteur, par intervention des chaînages de planchers, de la rigidité et de la force portante des éléments. Les grandes nefs

atteignent plus de 100 mètres de portée, les constructions en hauteur plus de 300 mètres, les ponts plus de 1.500 mètres. En 100 ans voici l'Architecte doté de ressources neuves : aucune d'elles n'eût été possible sans l'intervention de l'Acier.

En moins de deux siècles, l'industrie a transformé la vie. Ce fait historique si lourd de conséquences, se symbolise par un seul mot : l'Acier.

L'accroissement des *dimensions* construites est l'aspect spectaculaire de cette évolution. Il en est un autre, moins frappant en général, mais plus important qui intéresse les formes. L'Architecture compte effectivement plus par ses formes et ses proportions que par ses dimensions. Or la caractéristique de l'Acier, c'est bien son *efficience*. Pour transporter 1 tonne à 1 mètre il faut moins de 1 centimètre carré de section d'acier, qui pèse comparativement moins que tout autre matériau porteur. Ce faible encombrement et la souplesse qui en résulte explique la richesse des formes engendrées par les éléments secondaires et la grande légèreté des plans et des volumes généraux des constructions métalliques. Les sections-types : le tube, le double T, le H, les mailles orthogonales, les treillis, — les enveloppes de tôle à simple ou double courbure puis les trames verticales des buildings affirmant les poteaux porteurs, — les trames horizontales des usines, affirmant les planchers en porte-à-faux, — les dômes et grandes nefs, amplifiant les formes antérieures des charpentes en bois ou en maçonneries. Enfin les grandes mailles des câbles et pylones des ponts métalliques, — ouvrages de grande échelle qui prennent dans le décor une singulière valeur architecturale.

L'acier a élargi la construction; il en a surtout modifié le caractère. Il a ses formes-types et ses contraintes : il porte et passe sous encombrement réduit, avec une souplesse jamais atteinte.

Cette évolution des formes s'est spécialement manifestée depuis 1900 et depuis 20 ans, par les techniques du béton armé et de la précontrainte. Il est recommandé qu'un architecte, à un Congrès de l'Acier, puisse parler du béton précontraint et du béton armé, puisque l'une et l'autre de ces techniques doivent à l'acier une bonne moitié de leur existence. Là aussi, l'accroissement des dimensions construites, l'innovation des formes et des éléments, constituent un apport essentiel de l'industrie sidérurgique à l'Art de Bâtir.

L'usager ne se soucie pas forcément d'esthétique, mais du *confort* et de l'*utilisation* de sa construction. Dans ces fonctions modestes et essentielles, l'acier fournit les menuiseries et bâtis



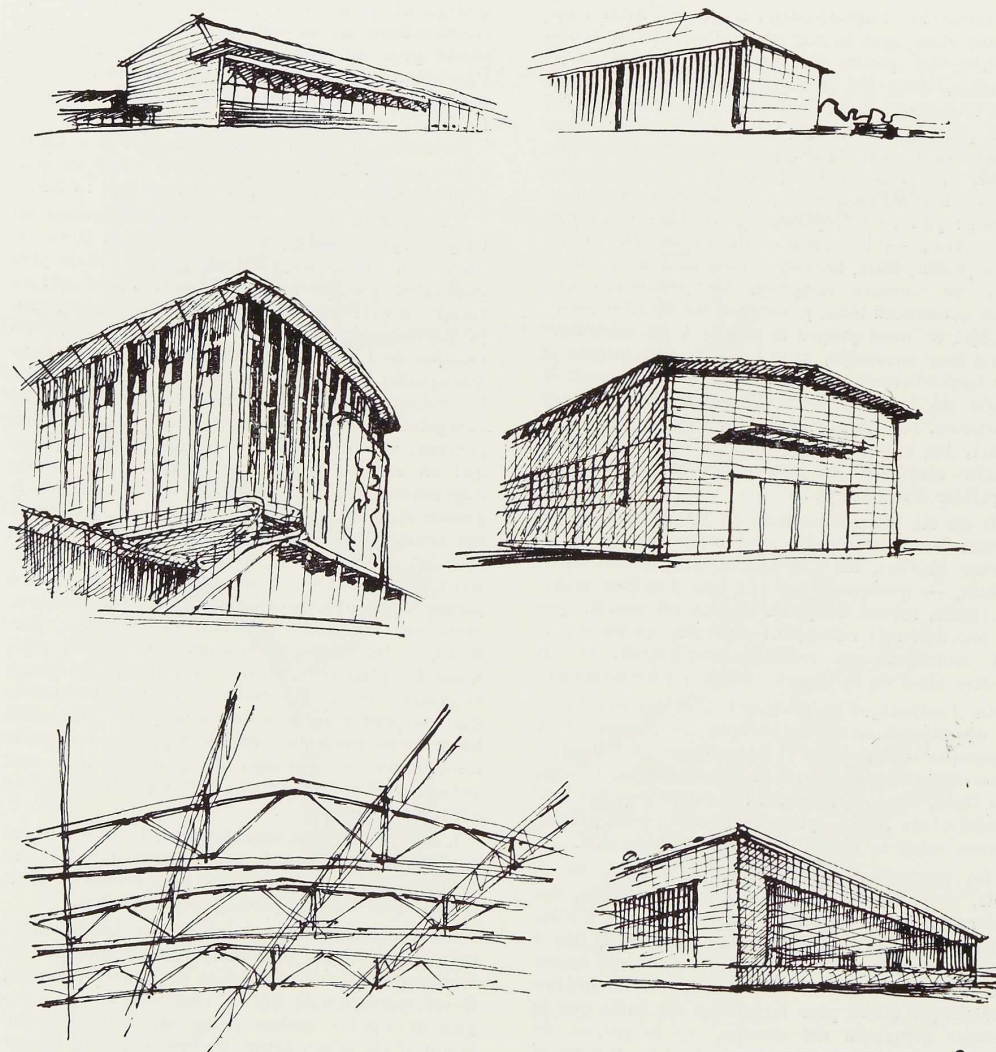


Fig. 662 à 667. Esthétique de l'acier.

(Croquis de l'auteur.)

métalliques, les éléments de serrurerie et les revêtements d'usure, — les éléments mécaniques et les réseaux tubulaires de l'équipement, — les distributions mobiles aujourd'hui réclamées par les utilisations volantes des surfaces de plancher. Or

ces éléments mineurs se composent dans l'esthétique des façades et des intérieurs : un grand maître a bien dit « qu'il n'y avait pas de détails dans l'exécution ».

L'Acier doit-il être apparent ou non ? C'est



affaire de l'Architecte, de l'usager et du Constructeur métallique. Je dis que la structure doit être, ou nettement affirmée ou nettement habillée, mais pas à fleur de peau. Les enduits ne tiennent jamais et toujours moins bien que la peinture ou la maçonnerie épaisse. Pas de demi-mesure. Messieurs les Constructeurs conseillez dans ce sens. Et quand l'Architecte demande l'une ou l'autre de ces solutions franches, ne lui dites pas que c'est compliqué et, bien entendu, beaucoup plus cher...

Ceci dit, l'Acier nu et apparent, peut-il prétendre à un effet esthétique? Des Architectes romains aux grilles de Nancy, le métal brut forgé à la main a donné des chefs-d'œuvre. L'invention du profilé et de la tôle aurait donc stérilisé l'Acier? Je pense au contraire qu'ils lui ont donné sa majorité. Vous connaissez tous l'histoire de la Tour Eiffel, la « Protestation des Artistes » contre la « Tour de tôle boulonnée » et la « carcasse métallique » qui devait « écraser la Capitale ». Nous avons cependant eu la Tour Eiffel et les Architectes de l'Exposition de 1937 à Paris s'en sont magnifiquement servi pour les fêtes de la Lumière. Or les débuts de la construction métallique furent strictement utilitaires, jusqu'au jour où des novateurs — tels que les Architectes Labrousse et Baltard, à la fin du XIX^e siècle — ont osé, — il faut souligner ce courage, — montrer l'Acier et la Fonte dans les monuments : l'Eglise Saint-Augustin, les Halles, la Bibliothèque Sainte-Geneviève. Il y eut donc une querelle de l'Acier. On commença par lui faire dire des contre-vérités : des chapiteaux corinthiens en fonte et des guirlandes en tôle, dont les grands ouvrages comme le pont Alexandre n'était pas exempt. Accusons-en, cette fois l'Architecte.

... Le Moyen Age se contentait d'enrouler le métal en arabesques, mais l'année 1900 inventa les entrées du métro, après les bronzes d'art.

Ces péchés de jeunesse passés, on comprit qu'il valait mieux ne plus mentir et laisser l'acier parler sa langue. Or la technique du métal n'avait pas attendu les théoriciens de la plastique pour trouver des formes et les perfectionner. Elle aboutissait logiquement au I, à la tôle, qualifiées d'hérétiques par les observateurs inquiets de toute nouveauté. Contre plusieurs millénaires de constructions en pierre, l'acier fluide et nerveux fait d'abord pâle figure. Un jour se découvre la valeur plastique du métal : la netteté des lignes, la constance du tracé et du rythme repose des extravagances passées; on eut le courage de dire la vérité et de parler le langage de l'acier. Voici que les formes du métal inspirent les fidèles de l'art abstrait... On accepte aujourd'hui le profilé appa-

rent et peint comme un élément de décor, à condition qu'il soit bien traité, — la succession des poutres et des fermes d'un atelier crée un effet plastique et un rythme, si la couleur est bien choisie et adaptée au lieu. Les parements de tôle plans ou pliés offrent à la lumière des volumes souples ou massifs, que la technique de construction et de montage peut exprimer de multiples façons.

L'acier, non pas « matériau sans volume », mais « matériau net et sans mensonge », — l'acier doit donner une esthétique pure : le paquebot, le hangar, le pont. Beaudoin et Lods, à la Maison de Clichy, René Coulon au Laboratoire de l'Irsid, les œuvres de Jean Prouvé ⁽¹⁾, et tant d'autres. La communication de M. le Dr Kollbrunner s'illustre d'intéressants exemples ⁽²⁾.

Combien d'immeubles à ossature d'acier ont un masque étranger. Certainement la fonction de clôture et d'inertie thermique condamne les cages de verre et conduit à prévoir un mur plus ou moins consistant : il est d'autre part des exigences d'urbanisme qui imposent une unité d'esthétique. Mais là où le programme le permet, l'architecte et le constructeur ont le devoir de ne pas mentir, et de traduire la structure. Si on ne la voit pas, on doit la sentir et en tous cas ne pas emprunter la plastique d'un autre matériau. La construction K. L. M. à Scheveningue est un très bel exemple.

Après le profilé et la tôle, le tube est l'une des formes sympathique et efficiente de l'acier. L'échafaudage tubulaire est tellement entré dans les habitudes qu'on est choqué par la présence des autres systèmes. Je soulignerai spécialement le mérite esthétique de cette utilisation de l'acier, provisoire sans doute, mais qui respecte les silhouettes de nos monuments historiques et de nos paysages dans son intervention dans les chantiers. Voyez ces cintres de ponts, ces pylônes d'exposition si légers, rapides et rigides. En 1935, aux fêtes de Notre-Dame de Paris, 10 000 personnes ont trouvé place sur l'estrade en charpente tubulaire que j'avais mission de vérifier ⁽³⁾; les services municipaux avaient de grandes craintes... Aujourd'hui le rôle porteur du tube est indiscuté et sa sécurité est totale, au point qu'on envisage des constructions définitives en éléments mixtes de tubes et de profilés ou tôles : attendons l'esthétique qui sortira de cette alliance.

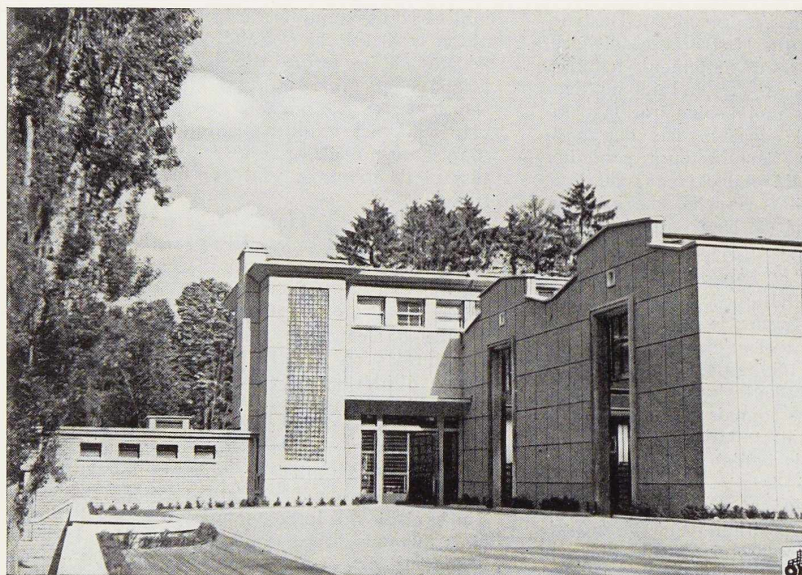
Le plus souvent, par raison pratique ou économique, l'esthétique des immeubles à ossature d'acier ne tire pas grand parti du métal, pour

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, n° 6-1939, p. 261, et n° 5/6-1946, p. 133.

(2) Voir *L'Ossature Métallique*, n° 9-1950, p. 413.

(3) Voir *L'Ossature Métallique*, n° 10-1936, p. 431.





Architecte : René Coulon.

Fig. 668. Nouveau laboratoire de l'IRSID à Saint-Germain-en-Laye. Entrées des Essais mécaniques et des Ateliers d'usinage vues de l'esplanade d'arrivée.

cette simple raison qu'elle ne l'affirme pas. Elle n'est pas pour autant critiquable, car elle est libre d'exprimer telle fonction ou tel matériau. Par contre, les constructions industrielles sont généralement plus sincères parce que plus dépouillées : leur esthétique fait largement appel aux ressources du métal. Les ouvrages d'art ont toujours le mérite de la vérité totale.

Messieurs les Constructeurs métalliques, vous construisez solide; mais vous nous avez longtemps fait de grandes toiles d'araignée qui ont fait prendre le métal en grippe : la crudité du treillis et des goussets, l'effet coupant des diagonales, la désagréable superposition des plans. Aujourd'hui vous continuez à faire solide et vous pensez à faire bien. Le progrès est certain : l'étude méthodique des sections et des assemblages, la simplification du montage, permettent de purifier l'aspect général. Puis vint la soudure.

Je vais donc vous faire, au nom du plus grand nombre de mes Confrères, une profession de foi : nous avons une préférence indiscutable pour la *construction soudée*. Les premières réalisations ont éveillé une franche sympathique. Passée la période

de rodage, la mise au point des procédés de soudure a conféré aux constructions en acier une nouvelle valeur esthétique, — quelque chose comme une majorité. Enfin on ne voit plus de boulons ni de rivets au rythme irrégulier, — on trouve des surfaces lisses et calmes, des courbes bien dessinées, des jonctions sobrement exécutées; la charpente métallique n'est plus creuse, mais donne des jeux d'ombres et de lumières qui comptent avec les volumes voisins. Et M. Stevenson nous dit que la soudure peut amener jusqu'à 25 % d'économie ⁽¹⁾.

Pour nous, les formes de la construction soudée expriment nettement la fonction résistante de l'Acier et atteignent des effets esthétiques francs, au même titre que les organes de mécanique ou les pièces de fonderie.

L'esthétique des intérieurs doit compter avec le métal : portes, baies, meubles, surfaces chauffantes, sièges et éléments de décor, — tous éléments qui ont été très travaillés et donnent d'intéressants résultats, — spécialement pour les menuiseries métalliques et les clôtures en tubes soudés.

⁽¹⁾ Voir *L'Ossature Métallique*, no 9-1950, p. 390.



Faut-il aller plus loin ? La cloison d'acier dans les moyens de transport, les bureaux, les bibliothèques, — le sol en acier dans certaines industries, — oui. Mais je m'arrête là. Je ne vois pas l'acier en parois dans un intérieur, lorsqu'on désire une ambiance d'intimité. Par contre, en parois extérieures, l'acier donne l'étanchéité totale (question de joint et de peinture) et une esthétique essentiellement moderne. Voyez les documents du Dr Kollbrunner.

Après avoir dit la part de l'acier dans l'évolution de la Construction et de l'Architecture, je pense qu'à son tour, l'Architecte demande quelque chose à l'Acier.

Parmi les griefs des gens de tradition à l'égard du métal, il en est un que j'ai gardé pour la fin : la corrosion. La rouille de l'acier, d'une jolie couleur parfois, est une maladie congénitale dont la plupart semblent avoir pris leur parti. Faut-il donc que l'Architecture d'Acier soit condamnée à périr lentement par oxydation ? et que dans l'histoire de la Construction, elle paraisse comme éphémère ? Construit-on pour 10 ans ou pour 200 ans ? La Tour Eiffel est en fer ; c'est une grand-mère de 60 ans, qui fait sa toilette assez souvent. Messieurs les Constructeurs recommandez aux Usagers de prendre souci de leur bâtiment. Dites leur de peindre et non plus de se plaindre. Si l'Acier plus la peinture coûtaient moins cher, il n'y aurait plus de question.

Je sais les recherches et les résultats. Il est difficile et coûteux de gagner quelques millièmes dans la pureté d'un métal. Le Professeur Roggeveen nous dira les recherches et les résultats ⁽¹⁾ ; les Architectes attendent un acier ou une protection qui leur assure des constructions métalliques de longue durée. Voilà qui posera une fois de plus, de constants problèmes. Pour être digne de ce nom, l'Architecture de l'Acier doit être permanente.

Elle doit aussi prendre plus d'extension, c'est-à-dire devenir économique. Je laisse les Comités, les ententes internationales, les usines de tôle et les laminoirs à froid dont nous a parlé M. Horowitz ⁽²⁾, le soin de nous annoncer cette bonne nouvelle.

L'acier est né voici 150 ans. Il est la clé de la vie moderne. L'homme a transformé le minerai avec technique, intelligence et sensibilité : il en a fait de l'Architecture.

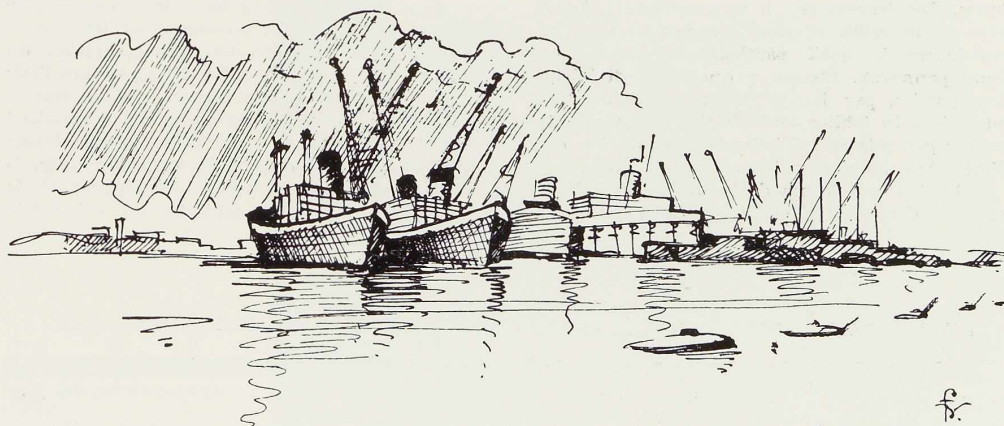
1950 : la construction métallique est née d'un matériau puissant. L'architecture de l'Acier ouvre une nouvelle tradition.

« La tradition ne consiste pas à imiter les œuvres du passé, mais à bâtir ce que les hommes du passé feraient aujourd'hui. » (Paul VALÉRY.)

F. V.

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, no 9-1950, p. 388.

(2) Voir *L'Ossature Métallique*, no 9-1950, p. 424.



AMSTERDAM. 30.6.50

A. Bozzarelli,
Ingénieur,
Chef de Service
à la Société ILVA

Reconstruction des ponts-rails sur le Pô, près de Piacenza (Italie)

La ligne de chemin de fer Milan-Boulogne traverse le Pô dans les environs de Piacenza (Plaisance) sur deux ponts métalliques, disposés l'un à côté de l'autre, et de 764,10 m de longueur.

Chaque pont est composé de onze travées indépendantes en treillis, à membrures supérieures paraboliques, disposées dans l'ordre suivant, à partir de la rive droite du fleuve :

- Une travée d'une longueur théorique de 61,02 m;
- Six travées d'une longueur théorique de 74,52 m;
- Quatre travées d'une longueur théorique de 61,02 m.

A la suite de leur destruction causée par des bombardements aériens et d'autres faits de guerre, les Autorités ont décidé de restaurer ces deux ouvrages et c'est la Société Ilva qui a été chargée de la reconstruction des travées métalliques. Les travées ont la même forme géométrique que celles d'avant guerre : membrures supérieures à profil parabolique, divisées en douze panneaux. Chaque panneau est divisé en deux parties, par des montants secondaires. Les entretoises du tablier sont réunies aux montants par des goussets afin d'éviter la transmission des efforts secondaires aux diagonales principales.

La hauteur maximum de la travée, au milieu, est de 11,02 m et la distance entre les membrures

des travées principales est de 5,20 m. Les poutres longitudinales sur lesquelles sont fixées les traverses en bois sont assemblées aux entretoises du tablier.

Chaque travée est pourvue d'un solide système de contreventement supérieur et inférieur qui transmet aux appuis les efforts dus au vent et au freinage.

Les membrures de chaque travée ont été calculées conformément au cahier des charges pour ponts métalliques de l'Administration des Chemins de Fer Italiens (15 juillet 1945).

On a utilisé les nuances d'acier suivantes :

- Aq 50 UNI 743 pour les profilés et larges plats; Aq 53 UNI 815 pour les tôles; Aq 34 UNI 743 pour les rivets; Aq 52 UNI 671 pour les appuis; A 34 UNI 815 pour les tôles striées.

Le poids de la superstructure métallique de chaque travée s'élève à 324 tonnes, soit 4,35 t/m.ct.

La reconstruction de ces deux ponts a été faite en deux périodes : on a reconstruit en premier lieu le pont aval; cet ouvrage était terminé le 15 août 1948. Les travaux de restauration du second pont ont commencé le 1^{er} septembre 1948; ils comprenaient la démolition de deux travées de 74,50 m, le démontage d'une travée standard « Roth-Wagner », la démolition d'une travée militaire, également de 74,50 m de longueur, le montage de quatre travées reconstruites et la réparation des autres sept travées existantes.

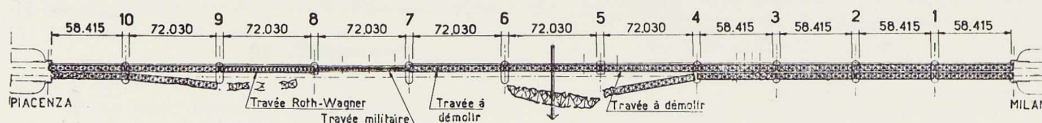


Fig. 670. Ponts rails de Piacenza. Etat des ouvrages après leur destruction pendant la guerre.





Fig. 671. Reconstruction des ponts-rails de Piacenza. Vue montrant le montage du pont en service.

L'ensemble des travaux a pu être terminé le 15 décembre 1949.

Le tableau p. 512 donne le détail des travaux

nécessités par la reconstruction du pont aval.

Au cours des travaux on a rencontré de sérieuses difficultés dues aux crues, au climat

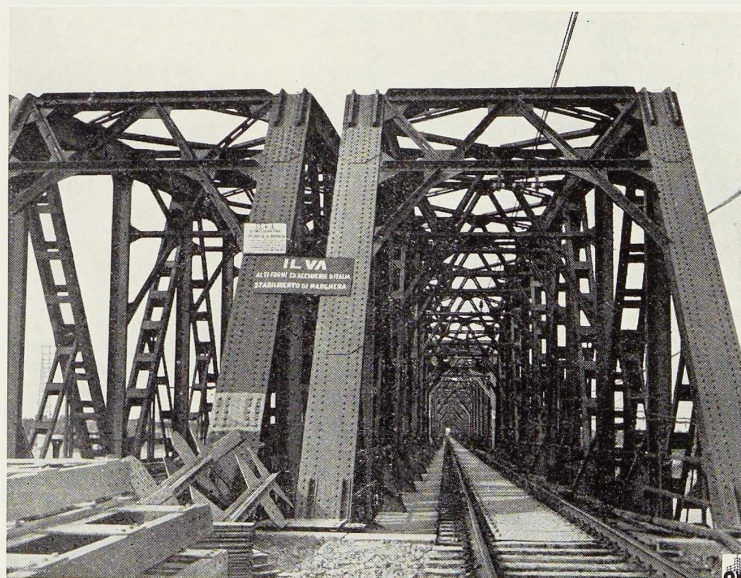


Fig. 672. Vue d'enfilade des ponts reconstruits.

Photo Chemins de Fer de l'Etat Italien.

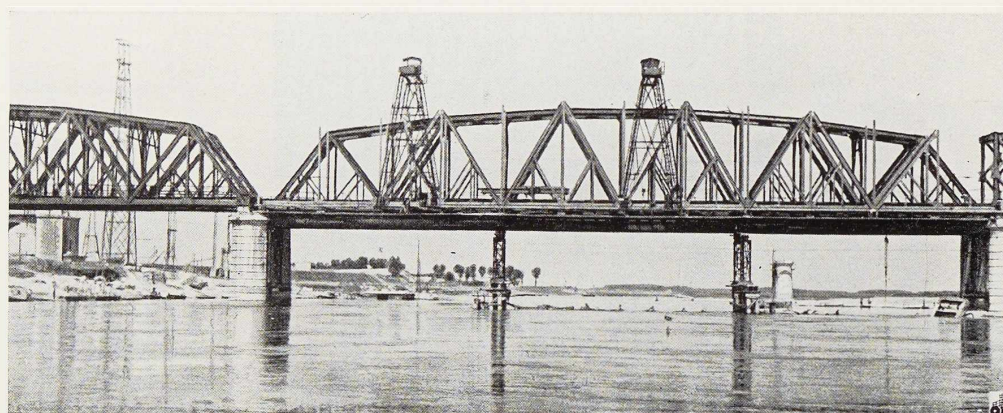


Fig. 673. Montage de la deuxième travée à l'aide d'un pont de service.

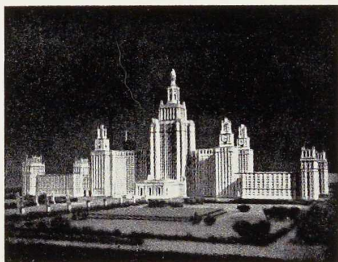
et aux travées tombées dans l'eau; malgré cela les travaux ont pu être menés à bonne fin sans aléas grâce à la parfaite collaboration entre les

services des Chemins de fer italiens et les constructeurs.

A. B.

1 ^{re} travée	2 ^e travée	3 ^e travée	4 ^e travée et travées suivantes
Fonçage des éléments métalliques formant piles.			
Montage de l'échafaudage pour le pont de service.	Fonçage des pieux.	Fonçage des pieux.	
Lançage des travées du pont de service.	Montage de l'échafaudage.	Montage de l'échafaudage.	
Montage du pont de service.			
Montage du plancher inférieur.	Lançage des travées du pont de service.	Lançage de travées du pont de service, la 1 ^{re} travée montage du pont de service.	Opérations exécutées dans le même ordre que pour les travées précédentes.
Montage des travées verticales et contreventement supérieur.	Montage du pont de service.		
Rivure de la travée et démontage du pont de service.	Montage de la travée et son assemblage au moyen de rivets.	Montage de la travée et son assemblage au moyen de rivets.	





Le nouveau bâtiment de l'Université d'Etat à Moscou

On construit actuellement à Moscou plusieurs immeubles de grande hauteur. Dans son n° 3-1950, *L'Ossature Métallique* a décrit le nouveau bâtiment administratif, place de Smolensk.

Un autre bâtiment, aux dimensions imposantes, s'élèvera bientôt dans la capitale soviétique. Il s'agit du nouvel immeuble de l'Université d'Etat érigé sur les monts Lénine. La silhouette de ce gratte-ciel de 26 étages, surmonté de la statue de Lomonossov, dominera de 75 mètres la Moskova.

La nouvelle Université est construite sur un terrain argileux compressible, exposé à des tassements qui pouvaient mettre en danger la bonne tenue de l'édifice. Les bâtiments devaient dominer et souder en même temps, dans un ensemble homogène, les futurs quartiers Sud-Ouest de Moscou.

Les amphithéâtres et surtout les laboratoires exigeaient air et lumière et il fallait en outre loger convenablement les quelque 6 000 étudiants et tout le corps professoral.

La large perspective ouverte sur la Moskova et sur la ville demandaient une zone de verdure bien dégagée précédant une large façade.

Ces différentes exigences ont pu être satisfaites grâce au travail en équipe des architectes chargés de la réalisation du complexe universitaire, MM. L. Roudnev, S. Tchernychov, P. Abrossimov et A. Khriakov.

Les travaux commencés dans le courant de l'année 1949 sont poussés activement de façon à être achevés en 1951, soit un délai de deux ans environ. Les chiffres suivants donnent une idée de l'importance du complexe : le volume global des bâtiments atteindra 2 millions de mètres cubes, dont 1 250 000 m³ pour le bloc principal ; les travaux de terrassements se montent à

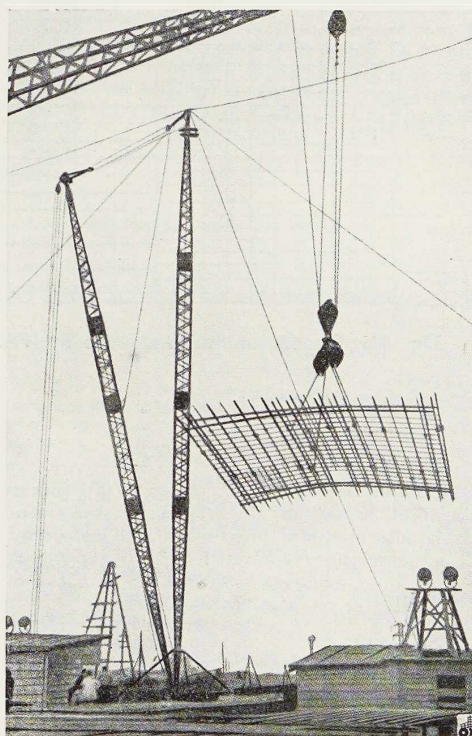


Fig. 675. Mise en place des panneaux d'armature des dalles en béton au moyen d'un derrick.

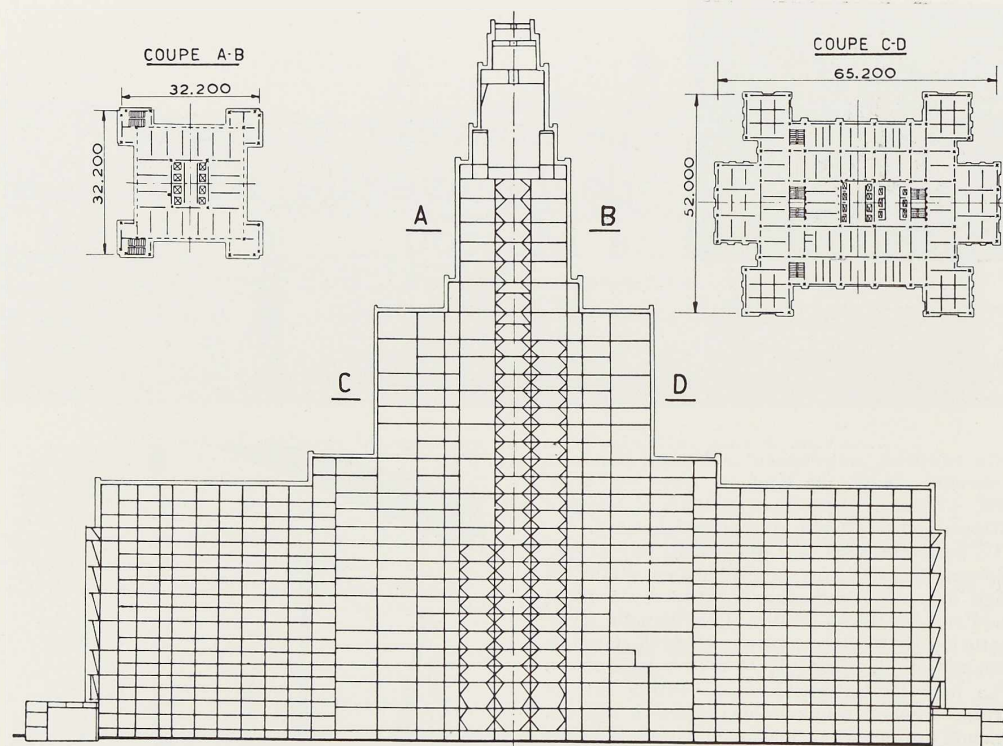


Fig. 676. Coupe longitudinale des nouveaux bâtiments de l'Université d'Etat à Moscou.

900 000 m³. Il sera mis en œuvre 50 000 tonnes d'acier et 325 000 m³ de briques; le revêtement des façades atteindra près de 300 000 m². Quant à l'immense parc entourant les bâtiments universitaires, on y aménagera 300 000 m² de gazon et de pelouses et on plantera 2 500 arbres.

Fondations

Les bâtiments sont fondés sur de l'argile dont les différentes couches n'ont pas la même compressibilité. En vue de réduire considérablement le risque de tassement des fondations, celles-ci ont été creusées suffisamment profondes pour que le poids des bâtiments soit à peu près équivalent au poids des terres enlevées.

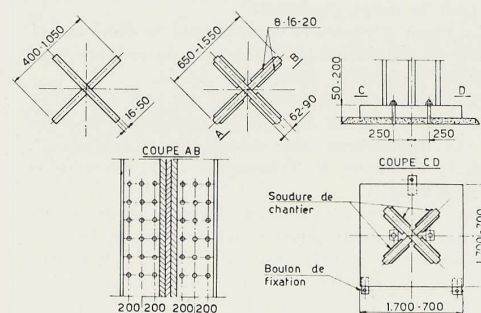


Fig. 677. Détails constructifs des colonnes de l'ossature métallique.



La solution adoptée à Moscou consiste à réaliser un caisson en béton armé, d'une grande rigidité. Le calcul des fondations a présenté de nombreuses difficultés. Le béton destiné à ces ouvrages était préparé dans une centrale à béton et livré sur place prêt à être mis dans les coffrages.

Ossature métallique

La longueur en façade de la partie tour est de 65,20 m. La largeur de la partie centrale est de 52 mètres. La hauteur totale du bâtiment atteint 180 mètres.

Le bâtiment comporte une ossature en acier composée de cadres à étages. Elle est calculée pour résister, en plus du poids propre et des surcharges, à la pression du vent.

colonnes jusqu'à une hauteur de 12 mètres (à partir du niveau des fondations) sont réalisées sans nœuds rigides.

De nombreux éléments de construction : poutres, panneaux d'armature pour planchers, plaques de façade sont préfabriqués, quelquefois très loin du chantier. C'est ainsi que des éléments de l'ossature métallique ont été fabriqués à Dniepropétrovsk en Ukraine et même à Tchéliabinsk dans l'Oural.

Montage de la charpente métallique

Parmi les grands immeubles actuellement en construction à Moscou, le complexe de l'Université d'Etat occupe sans conteste la première place. C'est dire l'importance qu'on attachait

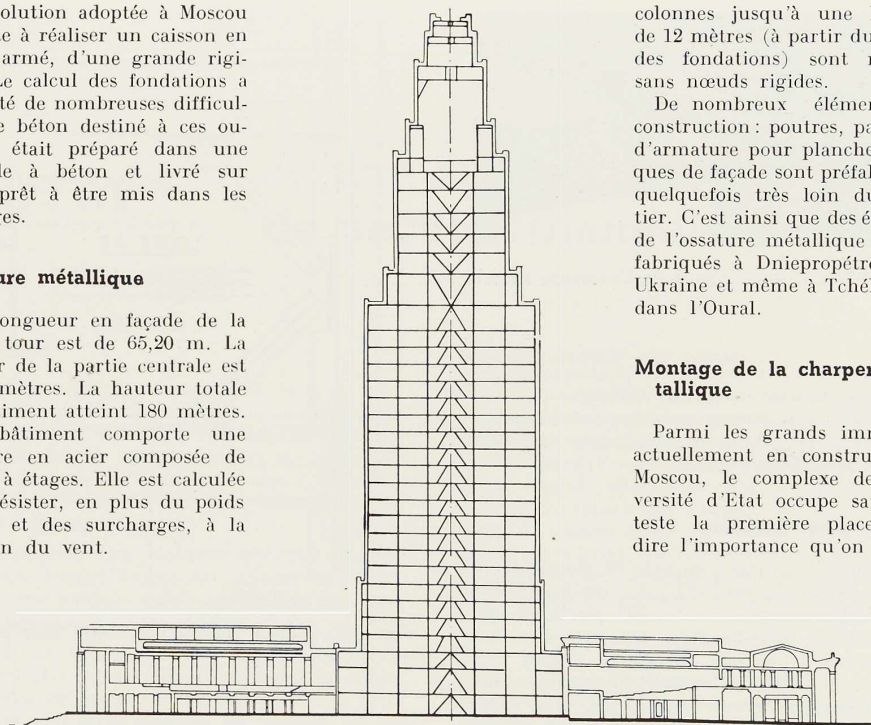


Fig. 678. Coupe transversale.

Les colonnes ont généralement une section en croix et se composent essentiellement de trois plats métalliques d'épaisseur variable (maximum 50 mm), assemblés par soudure automatique. En certains endroits, les colonnes sont renforcées par des plats supplémentaires d'épaisseur variable (maximum 20 mm). La plus forte charge sur une colonne atteint 3 500 tonnes. La section cruciforme des colonnes a permis de simplifier leur fabrication en atelier, et de réaliser un assemblage facile des poutres.

Les planchers monolithes en béton constituent des diaphragmes horizontaux qui jouent le rôle de raidisseurs et assurent la solidarité d'ensemble des cadres de l'ossature métallique. L'ossature et les fondations ne comportent pas de joints de dilatation et, pour permettre le libre développement des déformations thermiques, toutes les

à l'organisation et au planning des travaux de cet immeuble, compte tenu du délai réduit imparti par les Autorités pour son achèvement.

Tous les travaux de terrassements ont été effectués avec du matériel mécanisé. Le béton préparé dans une centrale était amené à pied d'œuvre et versé dans des silos d'où il était distribué aux différents endroits du vaste chantier.

Tant pour les fondations que pour les planchers, on a utilisé des coffrages métalliques standards.

L'armature des dalles en béton était assemblée par soudure pour former des panneaux de grandes dimensions, qu'on mettait ensuite en place au moyen de derricks (fig. 675, p. 513).

Les éléments de l'ossature métallique, en majorité préfabriqués, étaient mis en place au moyen de sept grues, dont six de 5 tonnes et une de

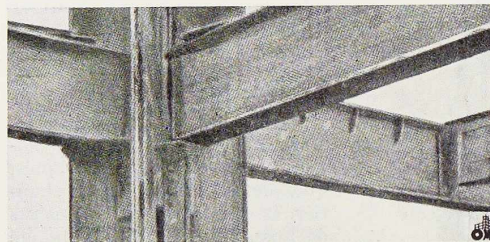


Fig. 679. Détail d'un nœud de l'ossature métallique.

15 tonnes. Pour l'assemblage poutres-colonnes, on a utilisé la soudure à l'arc électrique (fig. 679 et 681). Des précautions spéciales ont été prises pour réduire au minimum les tensions de retrait dans les assemblages soudés.

Aménagement intérieur

Le bâtiment central comporte 26 étages. L'entrée principale, du côté du parc, conduit à une grande salle d'honneur de 1 500 places et aux amphithéâtres inter-facultés. L'entrée des étudiants, située à l'opposé, du côté de la cour universitaire, permettra d'accéder directement aux amphithéâtres généraux, aux clubs, aux salles de gymnastique et à la piscine, ainsi qu'aux ascenseurs conduisant aux étages supérieurs.

Les sept premiers étages seront réservés à la section de géologie et à l'étude de la mécanique des sols. Le huitième sera un étage de correspondance pour les ascenseurs. Le neuvième sera l'étage du Rectorat. Au dixième étage, il y aura

Fig. 680. Vue de l'ossature métallique de la nouvelle Université de Moscou en cours de montage.

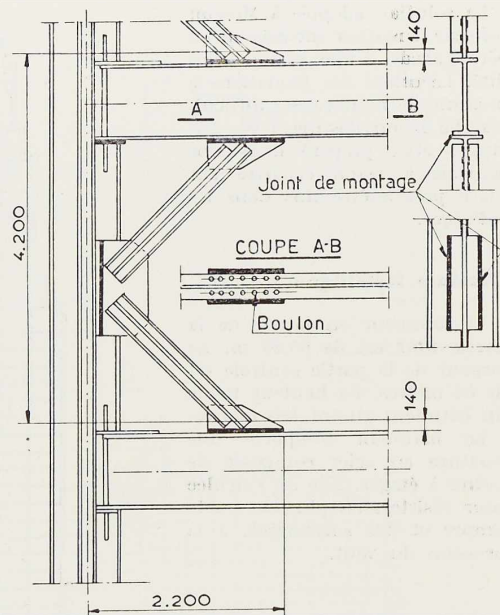
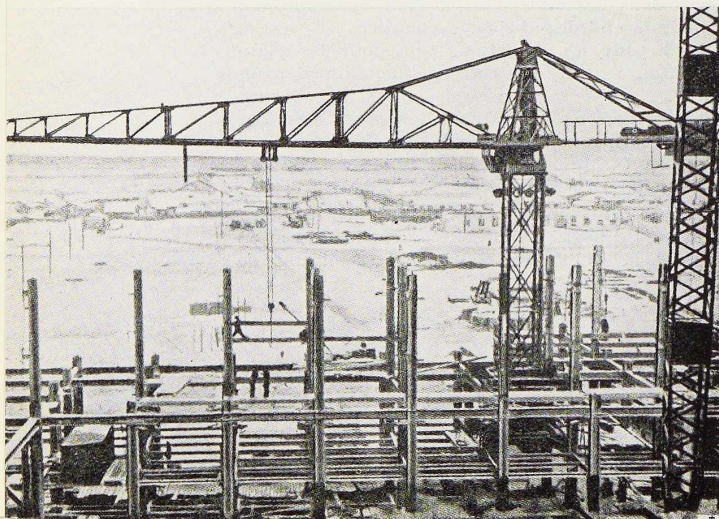


Fig. 681. Détail de l'assemblage des poutres et des colonnes.

l'Administration centrale, la bibliothèque inter-facultés. Les chaires inter-facultés, d'accès facile, en venant aussi bien des facultés du bâtiment central que des bâtiments extérieurs, seront au onzième étage. Les dix étages suivants, du 12^e au 21^e étage, correspondront aux sections de mécanique et de mathématique, ainsi qu'à la section de géographie. Viendront ensuite, sur trois étages, les musées, les diverses facultés et, au 26^e étage, le musée consacré à l'Université elle-même. Ces musées seront disposés en enfilade. Une terrasse, d'où s'offriront de belles vues sur Moscou et ses environs, fera le tour des derniers étages.

*
* *

Le bâtiment central sera flanqué de deux ailes de 19 étages, prolongés par des bâtiments de 9 étages où seront logés les étudiants.

L'organisation de l'ensemble a été conçue en vue d'assurer aux bâtiments le maximum d'ensoleillement.

BIBLIOGRAPHIE :

Architectura i Stroitelstvo, n° 1-1950.

Artémy S. Joukoff,
Ingénieur A. I. Br.
S. A. « La Construction Soudée »

Action du vent sur les pylônes de section triangulaire

Introduction

Dans le courant de l'année 1949, la S. A. « La Construction Soudée » participa à une adjudication-concours en vue de la construction de trois pylônes haubannés de 245, 165 et 90 mètres de hauteur, destinés au nouveau Centre d'Emission de Wavre-Tombeek de l'Institut National Belge de Radiodiffusion (I. N. R.).

La disposition des haubans prescrite par le cahier des charges amena les auteurs du projet à choisir des pylônes ayant une section transversale triangulaire.

Comme on le sait, l'action du vent joue un rôle particulièrement important dans le calcul des pylônes de grande hauteur. Or, si l'on peut considérer que cette question est résolue actuellement pour des pylônes en treillis de section carrée ou rectangulaire, il n'en est pas de même pour des pylônes comportant trois faces.

Il ne fut pas possible de trouver dans la documentation technique des données précises à ce sujet et, d'autre part, l'examen des méthodes de calcul admises par certains constructeurs étrangers, révéla leur caractère par trop sommaire.

Par conséquent, il fut décidé de procéder à des essais en tunnel aérodynamique sur des modèles conformes au type de pylône adopté dans le projet. Trois essais furent ainsi effectués dans le Laboratoire de Rhode-Saint-Genèse du Service Technique de l'Aéronautique du Ministère des Communications. Deux essais furent exécutés avant la soumission et le troisième après commande, en vue de compléter les renseignements nécessaires à l'élaboration des calculs définitifs.

Nous sommes heureux de saisir l'occasion qui nous est offerte ici de remercier M. Florine, Ingénieur, dirigeant le Service Technique, ainsi que MM. Collard et Gruslin, Chefs de Travaux au Laboratoire, pour leur amabilité et les soins qu'ils ont apporté à l'exécution de ces essais.

Modèles soumis aux essais

Les trois modèles construits en vue des essais reproduisaient aussi exactement que possible la disposition des membrures et des barres du treillis des pylônes réels et répondaient à différentes valeurs des coefficients des pleins, c'est-à-dire du rapport des surfaces des barres d'une face à la surface totale du contour. La figure 682 donne un schéma des modèles et le tableau n° 1 en indique les principales caractéristiques. Les modèles ont été exécutés à l'échelle de 1/10.

TABLEAU n° 1
Caractéristiques des modèles

Modèle		N° 1	N° 2	N° 3
Longueur totale (l)	m	1,410	1,407	1,400
Largeur du maître-couple (b)	m	0,315	0,306	0,292
Surface du contour	cm ²	4.441,5	4.305,6	4.088,0
Profils des membrures	mm	L 20 × 20	L 15 × 15	L 7 × 7
Profils du treillis	mm	L 10 × 10	L 7 × 7	L 5 × 5 (*)
Surface des pleins d'une face . . .	cm ²	1.533,5	1.135,4	647,9
Coefficient des pleins φ . .		0,345	0,263	0,158

Comme on peut le constater, la gamme de variation du coefficient des pleins φ a été choisie suffisamment large pour couvrir tous les cas rencontrés dans le projet et, d'une façon plus générale, la plupart des valeurs utilisées dans la pratique de ce genre de constructions.

Essais effectués

Pour chaque modèle, il a été procédé à la détermination d'une polaire complète, c'est-à-dire

(*) Pour le modèle n° 3, les largeurs effectives moyennes ont été de 5,33 mm pour les diagonales et de 5,40 mm pour les traverses.



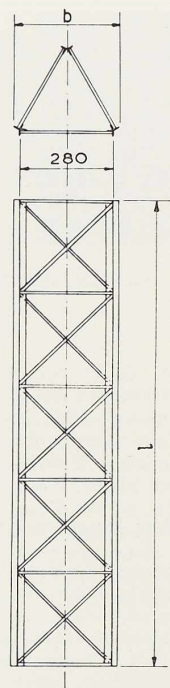


Fig. 682 (à gauche). Schéma des modèles.

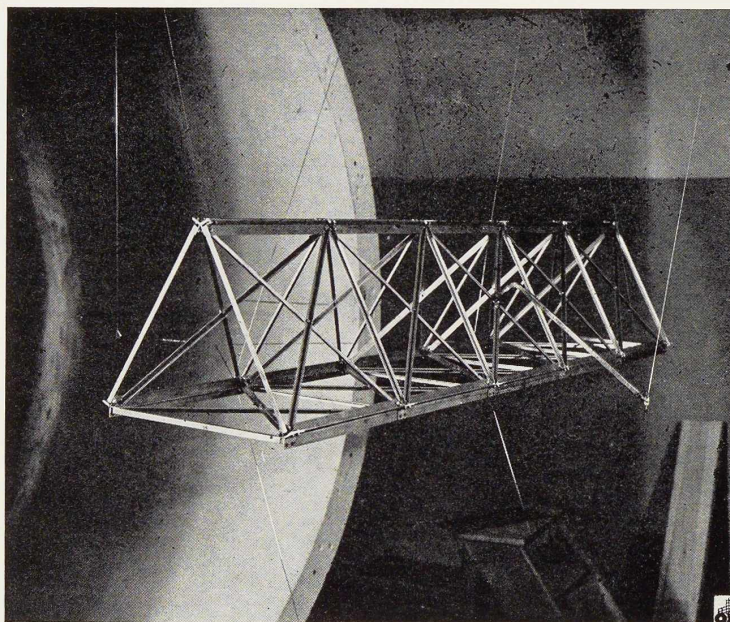


Fig. 683. Modèle n° 2 monté dans la chambre d'expériences du tunnel aérodynamique de Rhode-Saint-Genèse.

Photographie du Service Technique de l'Aéronautique.

à la recherche des coefficients aérodynamiques de traînée (action suivant la direction du vent) et de portance (action suivant la perpendiculaire à cette direction) pour toutes les incidences du vent, l'axe longitudinal du modèle étant toujours normal à la direction de la veine fluide.

Tenant compte des symétries du système, on a pu se limiter à un secteur de 60° (fig. 684) depuis l'angle d'incidence du vent $i = 0^\circ$, c'est-à-dire vent attaquant le pylône suivant la bissectrice d'un angle, jusque $i = 60^\circ$, vent normal à une face. Les mesures ont été faites de 5° en 5° .

Les essais ont été effectués à des vitesses de vent de 20 et 30 m/sec et ce sont les résultats obtenus à 30 m/sec qui sont donnés dans la présente note puisqu'ils se rapprochent le plus des conditions auxquelles sont soumises les constructions lors des vents de tempête.

Résultats des essais

Les résultats des essais sont donnés sous forme de coefficients aérodynamiques c qui interviennent

dans le calcul de l'action du vent par la relation

$$F = c S q$$

dans laquelle :

F est l'effort exercé par le vent sur une construction ou un élément de construction;
 c le coefficient aérodynamique du cas;
 S la surface des pleins de l'élément considéré;
 q la pression dynamique du vent.

En ce qui concerne les surfaces à faire intervenir dans ce calcul, il est utile de rappeler que, pour les systèmes en treillis à trois dimensions, c'est la surface des pleins d'une face, frappée normalement, qui doit être prise dans la formule ci-dessus, même lorsque le vent souffle obliquement. La variation de l'action du vent suivant son incidence est obtenue par les valeurs correspondantes des coefficients aérodynamiques.

La pression dynamique est, comme on le sait, égale approximativement à

$$q = \frac{v^2}{16}$$



v étant la vitesse du vent, exprimée en m/sec. On obtient alors la pression q en kg/m².

Les coefficients aérodynamiques de trainée c donnant la composante de l'action du vent suivant la direction de celui-ci, sont portés au graphique de la figure 685 en fonction des angles d'incidence.

La figure 686 donne un graphique analogue pour les coefficients de portance c_z correspondant à la composante transversale de l'action du vent. Comme on peut le constater, les valeurs des portances sont beaucoup plus faibles que celles des trainées et sont nulles pour les orientations principales de 0° et 60°.

TABLEAU n° 2 Résultats des essais

Modèle n° 1			Modèle n° 2			Modèle n° 3		
Angle	(°)	c	Angle	(°)	c	Angle	(°)	c
- 5	63,5	1,84	- 5	53,4	2,03			
0	64,3	1,86	0	53,4	2,03	0	34,8	2,19
+ 5	64,4	1,86	+ 5	53,9	2,05	+ 5	34,8	2,17
10	64,3	1,86	10	54,2	2,06	10	34,0	2,14
15	62,9	1,82	15	53,4	2,03	15	33,5	2,11
20	59,0	1,71	20	51,5	1,96	20	32,8	2,06
24	58,0	1,68	24	48,7	1,86	25	31,0	1,96
28	56,7	1,64	28	47,3	1,80	30	30,3	1,91
32	56,7	1,64	32	46,3	1,76	30	30,4	1,92
36	57,1	1,65	36	46,0	1,75	35	31,3	1,97
40	57,4	1,66	40	46,7	1,78	40	31,7	2,00
44	58,3	1,69	44	46,0	1,75	45	32,1	2,03
47	57,3	1,66	47	44,3	1,68	50	32,6	2,06
50	56,2	1,64	50	45,2	1,72	55	33,0	2,08
58	57,0	1,65				60	32,7	2,06

(*) Ces résultats, donnés par le Laboratoire de Rhod. S-Génèse pour la surface totale du contour, sont à multiplier par les facteurs suivants, en tenant compte des coefficients de pleins, pour obtenir les coefficients c :

$$\text{modèle n° 1 : } \frac{4\,440}{1\,533,5} = 2,895 ;$$

$$\text{modèle n° 2 : } \frac{4\,320}{1\,135,4} = 3,805 ;$$

$$\text{modèle n° 3 : } \frac{4\,087}{647,9} = 6,307 .$$

Analyse des résultats

On constate immédiatement que la trainée, c'est-à-dire la composante de l'action du vent suivant la direction de celui-ci, est maximum pour l'incidence $i = 0^\circ$ (vent suivant la bissectrice). Toutefois, pour les besoins des calculs des pylônes et de leurs haubans, il est nécessaire d'examiner également l'action du vent pour l'incidence $i = 30^\circ$ (vent parallèle à une face) et celle de $i = 60^\circ$ (vent normal à une face).

Il résulte des essais effectués que l'action du vent parallèlement à une face ne dépasse pratiquement pas celle du vent normal à une face. Pour le modèle n° 3 elle lui est même sensible-

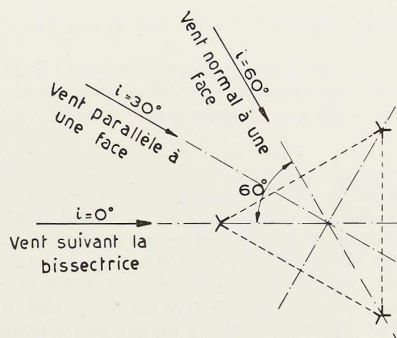


Fig. 684. Définition des incidences du vent.

ment inférieure. Par conséquent, on peut adopter pour le cas du vent parallèle à une face le même coefficient aérodynamique que pour le vent normal.

D'autre part, en ce qui concerne les coefficients aérodynamiques pour les deux incidences principales de 0° et 60°, il est intéressant de les comparer aux coefficients analogues des pylônes à section carrée.

Pylônes à section carrée

On possède actuellement un assez grand nombre de résultats expérimentaux concernant l'action du vent sur des pylônes à section carrée ou rectangulaire. On peut citer ceux de Rebora (Italie), Flaschbart et Winter (Allemagne), de même que ceux de la Commission spéciale d'Etude de l'Action du Vent sur les Constructions de l'Association Belge de Standardisation. Les essais de la Commission Spéciale de l'A. B. S. avaient porté, non seulement sur des modèles réduits, mais encore sur un pylône en vraie grandeur, de 30 mètres de hauteur, installé à la Station expérimentale de Zeebrugge (1935-1939).

Les formules donnant les coefficients aérodynamiques des pylônes en treillis à section carrée, ont été établies par M. Vandepierre, Professeur à l'Université de Bruxelles, dans son mémoire intitulé *Les fondations de pylônes électriques, leur résistance au renversement, leur stabilité, leur calcul* (1).

D'après ce mémoire, le coefficient aérodynamique d'un pylône à section carrée et quatre faces identiques, pour vent normal à une face, est donné par

$$c_{90} = 3,20 - 2,80 \varphi$$

(1) I. R. S. I. A., *Comptes rendus de Recherches*, n° 2, février 1950.

φ étant toujours le coefficient des pleins d'une face.

Le coefficient pour un vent attaquant le pylône suivant une diagonale de la section, c'est-à-dire orienté à 45° par rapport à une face, est

$$c_{45} = (1 + 0,6 \varphi) c_{90}$$

On peut estimer qu'il y a une certaine analogie entre l'action du vent soufflant normalement à une face d'un pylône carré et d'un pylône triangulaire, de même qu'entre le cas du vent suivant une diagonale du pylône carré et celui du vent suivant une bissectrice du pylône triangulaire (fig. 687). Cette analogie se confirme du reste si l'on compare l'action du vent sur l'ensemble du pylône et sur une face isolée.

Dans ces conditions, il apparaît logique d'établir, pour le cas du pylône triangulaire, une formule donnant le coefficient aérodynamique pour l'action du vent soufflant normalement à une face et d'y rapporter celle du vent soufflant suivant la bissectrice, ainsi que cela a été fait pour les pylônes à section carrée.

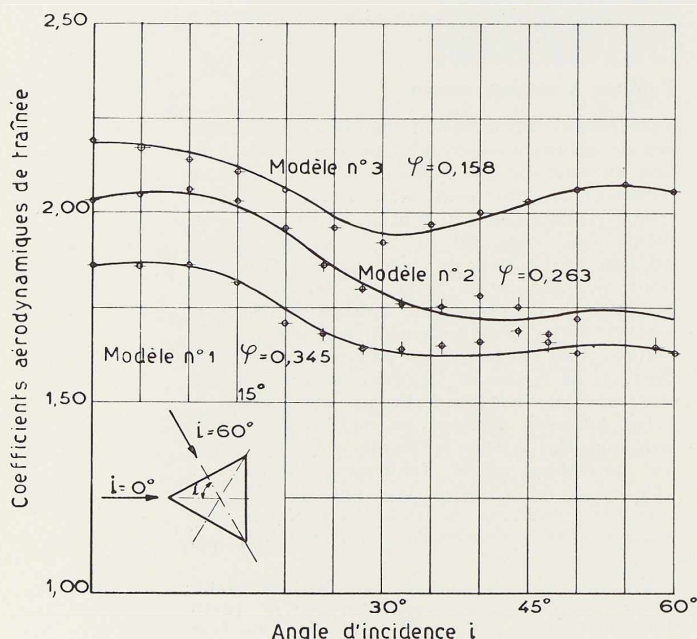


Fig. 685. Pylônes en treillis de section triangulaire. Résultats des essais en tunnel. Coefficients aérodynamiques de traînée (essais à 30 m/sec).

Pylônes triangulaires. Vent normal à une face

Le tableau n° 3 donne, pour les trois modèles, les valeurs expérimentales du coefficient aérodynamique c_n pour le vent soufflant normalement à une face. Il indique en outre les valeurs du coefficient c_{90} pour un pylône carré de même coefficient des pleins, ainsi que le rapport entre le coefficient c_n du pylône triangulaire et le coefficient c_{90} .

TABEAU n° 3

Vent normal à une face

Modèle	Coefficient des pleins φ	Coefficient expérim. c_n	Coefficient c_{90}	Rapport $\frac{c_n}{c_{90}}$
1	0,345	1,63	2,23	0,731
2	0,263	1,72	2,46	0,699
3	0,158	2,06	2,76	0,746

On voit que le rapport $\frac{c_n}{c_{90}}$ vaut en moyenne 0,725 avec les écarts maxima suivants, par rapport aux valeurs expérimentales :

$$\frac{0,725 - 0,699}{0,699} = 3,73 \% \text{ par excès}$$

et

$$\frac{0,731 - 0,725}{0,731} = 0,82 \% \text{ par défaut.}$$

En se basant sur cette valeur, on adopte la formule suivante, donnant le coefficient aérodynamique d'un pylône de section triangulaire, frappé normalement à une face :

$$c_n = 2,32 - 2,06 \varphi.$$

On peut vérifier que cette formule donne une valeur de 3,6 % supérieure au résultat de l'essai sur le modèle n° 2, de 1,3 % inférieure à celui du modèle n° 1 et de 2,9 % inférieure à celui du modèle n° 3.

Pylônes triangulaires. Vent suivant la bissectrice

Par analogie avec les pylônes à section carrée, on établit une formule de la forme

$$c_b = (1 + k \varphi) c_n$$

dans laquelle :

c_b est le coefficient aérodynamique d'un pylône



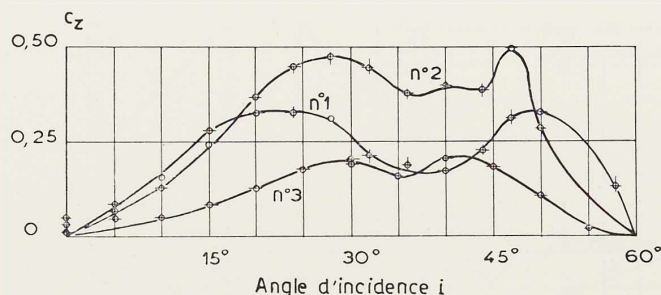


Fig. 686. Pylônes en treillis de section triangulaire. Résultats des essais en tunnel. Coefficients aérodynamiques de portance (essais à 30 m/sec).

de section triangulaire pour vent soufflant suivant une bissectrice;
 k un paramètre à déduire des essais.

Le tableau n° 4 donne, pour les trois modèles essayés, les valeurs expérimentales de c_b ainsi que le rapport entre les valeurs de c_b mesurées en tunnel et les valeurs du coefficient aérodynamique c_n pour vent normal à une face, calculées par la formule qui vient d'être établie. Ce rapport permet de fixer la valeur du paramètre k donné par la dernière colonne du tableau.

TABLEAU n° 4
Vent suivant la bissectrice

Modèle	Coefficient des pleins φ	Coefficient expérim. c_b	Rapport $\frac{c_b}{c_n}$	k
1	0,345	1,86	1,156	0,452
2	0,263	2,03	1,140	0,532
3	0,158	2,19	1,095	0,601

Tenant compte de l'allure de la courbe que l'on obtient pour le paramètre k , on adopte la valeur $k = 0,5$ qui donne une approximation satisfaisante. Ainsi, le coefficient aérodynamique d'un pylône de section triangulaire, soumis à un vent soufflant suivant une bissectrice, sera donné par

$$c_b = (1 + 0,5 \varphi) c_n$$

Cette formule donne un coefficient supérieur de 1,6 % au coefficient expérimental trouvé pour le modèle n° 1, inférieur de 0,5 % à celui du modèle n° 2 et inférieur de 1,5 % à celui du modèle n° 3.

Comparaison avec les pylônes à section carrée

Le graphique de la figure 688 donne les coefficients aérodynamiques des pylônes à section triangulaire pour vent normal à une face et vent suivant la bissectrice, de même que ceux des pylônes à section carrée pour vent normal à une face et vent suivant une diagonale.

D'après ces courbes, il semblerait que l'action du vent sur un pylône triangulaire soit fort inférieure à celle qui se produit sur un pylône carré. Ceci est exact pour autant que les coefficients des pleins soient les mêmes. Cependant, par suite de la construction particulière des pylônes étudiés, la surface des pleins d'un pylône triangu-

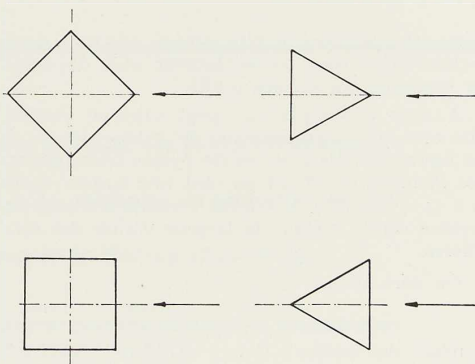


Fig. 687. Comparaison de l'incidence du vent sur des pylônes de section triangulaire et carrée.

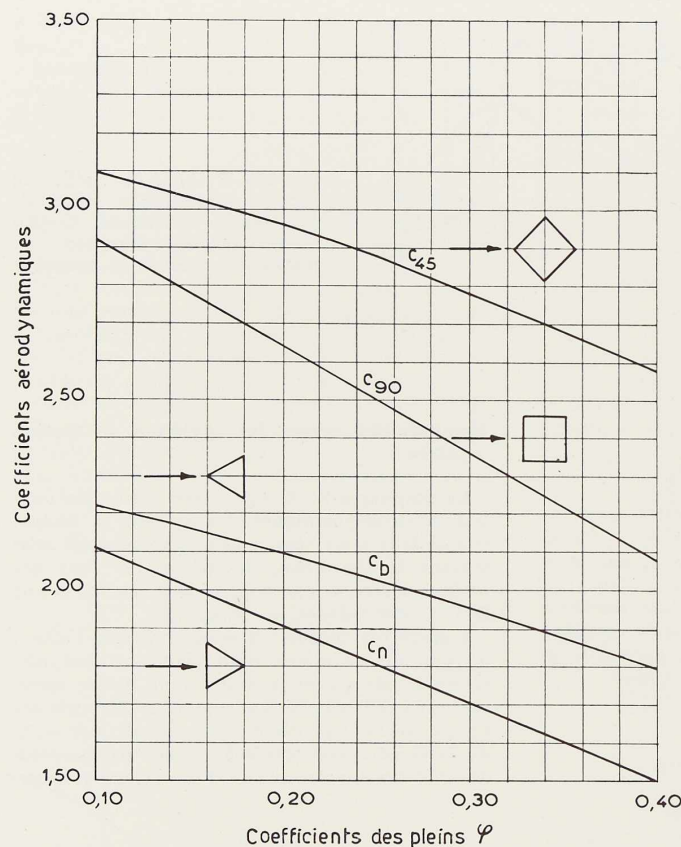


Fig. 688. Pylônes en treillis de section triangulaire ou carrée. Coefficients aérodynamiques de traînée.

laire est sensiblement plus grande que celle d'un pylône carré ayant même largeur utile des faces et constitué des mêmes profils.

A titre d'exemple, on peut calculer l'action du vent sur deux éléments de pylône donnés à la figure 689. Dans le cas du pylône triangulaire, les membrures offrent au vent une largeur égale à $2(1 + \cos 30^\circ)a = 3,732a$ contre $2a$ pour le pylône carré, a étant la largeur d'ailes des cornières.

On aura ainsi :

	Pylône triangulaire	Pylône carré
Surface des pleins . . .	2,378 m ²	1,686 m ²
Surface contour . . .	8,692 m ²	8,000 m ²
Coefficient des pleins . . .	0,274	0,211
Coefficient c_n ou c_{90} . . .	1,76	2,61
Coefficient c_b ou c_{45} . . .	2,00	2,94

Pour le pylône triangulaire, l'action du vent sera donnée par :

Vent normal
à une face $F_n = 2,378 \times 1,76 q = 4,19 q$

Vent suivant
la bissectrice $F_b = 2,378 \times 2,00 q = 4,76 q$

Pour le pylône carré, on aura :

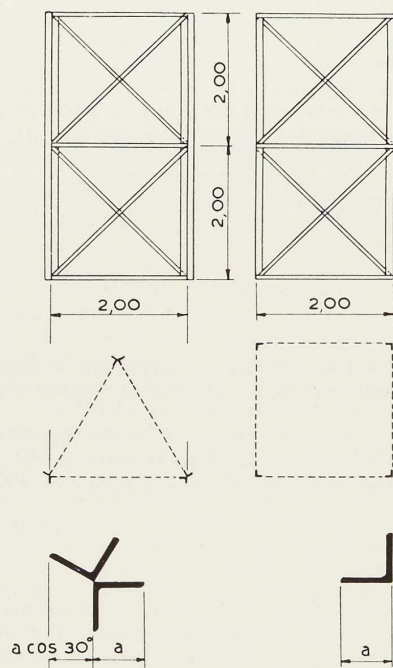
Vent normal
à une face $F_{90} = 1,686 \times 2,61 q = 4,40 q$

Vent suivant
une diagonale $F_{45} = 1,686 \times 2,94 q = 4,96 q$

On constate que, dans le cas de l'exemple ci-dessus, l'action du vent sur le pylône triangulaire vaut, suivant les orientations, 95 ou 96 % de celle que subit un pylône carré, constitué des mêmes profils et ayant des faces de la même largeur utile.

Il est bien entendu par ailleurs, que les résul-





tats exposés dans la présente note ne peuvent s'appliquer qu'à des pylônes semblables à ceux dont les modèles ont été soumis aux essais. Il ne

Fig. 689. Comparaison des pylônes à section triangulaire et carrée.

serait pas possible de les utiliser, par exemple, si les membrures étaient constituées par d'autres types de profils.

Conclusions

Les essais effectués par la S. A. « La Construction Soudée » ont permis de déterminer les coefficients aérodynamiques de traînée pour des pylônes en treillis, de section triangulaire et ayant des membrures constituées par deux cornières orientées à 60° l'une par rapport à l'autre.

Il a été possible d'établir des formules permettant de calculer ces coefficients pour les trois orientations principales (vent normal à une face, vent suivant une bissectrice et vent parallèle à une face) et cela pour des valeurs de coefficients de pleins comprises entre 0,1 et 0,4.

Ces formules, qui couvrent une gamme de variation du pourcentage de pleins suffisants pour les besoins de la pratique courante, sont analogues à celles qui donnent les coefficients aérodynamiques des pylônes en treillis de section carrée.

On constate qu'en général l'action du vent sur un pylône en treillis de section triangulaire est plus faible que celle sur un pylône de section carrée constituée des mêmes éléments et ayant les mêmes dimensions extérieures.

A. J.

Articles à paraître prochainement :

Réflexions sur la méthode de M. Dutheil pour le calcul des pièces comprimées et fléchies, par F. CAMPUS.

Etat actuel des recherches sur la corrosion et les méthodes de protection en Hollande, par C. A. LOBRY DE BRUYN.

Les nouveaux hangars métalliques de l'aéroport de Kastrup (Danemark).

Maisons métalliques Dornier.

Evolution des méthodes d'essais au choc des matériaux utilisés en construction métallique, par Ed. HENRION.

Reconstruction du pont La Feuillée à Lyon, par A. MOGARAY.

Reconstruction du pont de Wiedebachtal (Allemagne).

Marcel Pourbaix,
Agrége de l'Université Libre
de Bruxelles

Recherches sur la corrosion aux Etats-Unis

M. Marcel Pourbaix, Agrégé de l'Université Libre de Bruxelles, *Advanced Fellow* de la *Belgian American Educational Foundation*, a fait, à la suite d'un voyage d'étude aux U. S. A., une conférence à la tribune de l'Association des Gaziers Belges sur les recherches en corrosion aux Etats-Unis.

Le texte de cette conférence a été publié dans la *Revue Générale du Gaz*, n° 3/4-1950 (pp. 54-68).

Dans les lignes qui suivent, nos lecteurs trouveront les principaux passages de la partie de l'exposé de M. Pourbaix concernant spécialement les recherches en corrosion, publiés avec l'accord de l'Association des Gaziers Belges.

O. M.

Concernant spécialement les recherches en corrosion, je considérerai trois points :

1. *Les pertes dues à la corrosion aux Etats-Unis.*
2. *Les tendances actuelles en ce qui concerne la lutte contre la corrosion.*
3. *Les applications de la thermodynamique électrochimique à l'étude de la corrosion.*

Pertes dues à la corrosion aux Etats-Unis

Le 1^{er} septembre 1949 s'est tenue à Lake Success, dans le cadre d'une « Conférence Scientifique des Nations Unies pour la Conservation et l'Utilisation des Ressources naturelles », une séance d'étude de corrosion au cours de laquelle des rapports ont été présentés par des spécialistes appartenant à différents pays. H. H. Uhlig, qui occupe les chaires d'électrochimie appliquée et de corrosion au « Massachusetts Institute of Technology » (M. I. T.), à Cambridge (Massachusetts), et qui est l'éditeur d'un *Corrosion Handbook* très apprécié, y a fait rapport sur ce que la corrosion coûte aux Etats-Unis et sur les moyens d'y remédier.

Uhlig estime que les pertes *directes* subies par les Etats-Unis du fait de la corrosion sont d'environ 5 500 millions de dollars par an (soit 275 milliards de francs, ou 1 700 francs par habitant et par an).

Ne sont pas comprises dans cette évaluation, la

plupart des pertes par corrosion concernant les chemins de fer, l'industrie chimique, ni d'autres industries parmi lesquelles celles de la carbonisation du charbon.

L'évaluation ci-dessus ne peut évidemment être que grossièrement approximative, mais la somme indiquée est probablement, d'après Uhlig, d'un ordre de grandeur correct, et est plutôt trop faible que trop forte.

Il y a lieu d'insister sur le fait que cette somme ne représente que les pertes *directes* correspondant au coût de la protection et au remplacement des appareils corrodés : ne sont pas comprises dans cette évaluation les pertes *indirectes*, incalculables et souvent plus élevées, résultant, par exemple, de la mise hors service d'installations (installations de distribution d'eau, centrales électriques, usines, transports, etc.), de pertes de produits (pertes d'eau, de gaz, de pétrole), de diminutions de rendement, d'explosions (de gaz), de contamination (aliments en boîtes à conserves), et même de vies humaines.

Comme exemple de l'importance de pertes *indirectes*, Vernon a signalé que la corrosion d'un tube de condenseur de chaudière marine est susceptible de provoquer l'arrêt d'un croiseur de bataille et que, pendant une période cruciale de la guerre 1914-1918, ce danger seul avait causé à la marine britannique plus d'anxiété que tout l'ensemble de la flotte allemande.



Uhlig cite quelques cas, sur lesquels je reviendrai plus loin, dans lesquels des économies sont aisément réalisables, et il conclut en exprimant l'avis qu'un programme bien dirigé de recherches, de mises au point technique et d'éducation peut, en cinq ans, conduire à une économie d'environ 20 % des pertes actuelles par corrosion aux Etats-Unis, soit une économie d'environ 1 milliard de dollars par an. Ce programme serait réalisable moyennant une dépense de 5 à 10 millions de dollars, soit 0,5 à 1 % de la somme à épargner annuellement; la somme ainsi engagée rapporterait donc du 10 000 à 20 000 %, ce qui n'est assurément pas mal.

Tendances actuelles en ce qui concerne la lutte contre la corrosion aux Etats-Unis

Comme nous l'avons dit plus haut, il se manifeste actuellement aux Etats-Unis un effort considérable en ce qui concerne la lutte contre la corrosion; prennent part à cette lutte des organismes d'Etat (particulièrement l'*Office of Naval Research*, le *National Bureau of Standards* et le *U. S. Bureau of Mines*), ainsi que de nombreuses personnalités scientifiques et entreprises industrielles.

De l'ensemble de cet effort, on peut dégager les trois tendances suivantes :

1° Une forte tendance à rejeter les techniques « bon marché » et peu durables, pour adopter des techniques aussi parfaites que possible, plus coûteuses à mettre en œuvre, mais présentant de moindres frais d'entretien et conduisant pratiquement à des économies qui peuvent être considérables;

2° Un grand désir de coopération de la part des intéressés, tant sur le plan industriel que sur le plan scientifique;

3° Un grand besoin d'études scientifiques fondamentales.

Voici quelques détails au sujet de ces trois tendances :

Le développement des techniques parfaites

Ceci vaut à la fois pour la nature des métaux employés et pour les procédés de protection.

a) Métaux non corrodables

Les aciers ordinaires sont de plus en plus souvent remplacés par des aciers inoxydables ou par l'aluminium; on prévoit une forte utilisation du titane, métal tout « jeune » qui, comme il a été signalé ci-dessus, présente, vis-à-vis de tous les autres métaux, les avantages d'être le seul à

résister parfaitement à l'action corrodante de l'eau de mer, et d'être celui pour lequel la résistance mécanique par unité de poids est la plus forte. L'avenir du titane est particulièrement brillant pour la marine et l'aviation.

Tout visiteur aux Etats-Unis est frappé par le développement qu'y connaît l'emploi des aciers inoxydables pour l'usage ménager et dans l'industrie du bâtiment. L'aluminium a remplacé l'acier pour certaines canalisations internes d'immeubles; l'établissement de pipe-lines en aluminium est actuellement à l'étude.

Uhlig rappelle, à titre d'exemple, le cas d'un échangeur tubulaire en acier ordinaire utilisé dans l'industrie de la carbonisation du charbon, lequel coûte 3 190 dollars (160 000 francs) et dure un an; en acier inoxydable, un tel échangeur coûterait 13 600 dollars (680 000 francs), soit 4,25 fois plus, mais durerait vingt ans, soit 20 fois plus, d'où économie annuelle d'environ 2 500 dollars (soit 125 000 francs) ainsi que d'un poids important de métal.

b) La protection cathodique et le conditionnement du milieu corrodant.

1) *La protection cathodique* par voie électrique ou au moyen d'anodes réactives en zinc ou en magnésium permet, si elle est correctement réalisée, d'assurer une protection parfaite. Elle se développe fortement; son emploi est classique pour les canalisations enterrées ainsi que pour la partie des coques et arbres de navires voisines des hélices en bronze; la protection cathodique s'étend aux réservoirs d'eau chaude et froide et à certaines chaudières à vapeur et elle est actuellement à l'étude pour diverses structures immergées : portes d'écluse et de cale sèche, palanques, etc.

On procède depuis quelques années à des essais de protection cathodique des grandes portes d'écluse du canal de Panama, recouvertes de revêtements bitumineux, dont voici les dimensions et poids : hauteur, 22,50 m; largeur, 19,50 m (par battant); épaisseur 2,10 m; poids 630 tonnes (par battant).

Le coût d'installation de la protection cathodique a été de 1 000 dollars par porte (soit 2,2 dollars par m² de surface à protéger), ce qui correspond à moins de 0,5 % des frais de remplacement de la porte. Les résultats, qui sont parfaits en ce qui concerne la protection du métal contre la corrosion, ne le sont pas en ce qui concerne la tenue du revêtement bitumineux, mais des recherches sont en cours à ce sujet et une résolution excellente de l'ensemble du problème n'est pas douteuse.

2) La mise en œuvre rationnelle de revêtements



passivants ou un conditionnement judicieux du milieu corrodant permettent souvent aussi d'éviter toute corrosion.

Les produits passivants ont fait largement leurs preuves comme constituants des couches de fond des peintures (minium de plomb, chromate de zinc). De tels produits se développent maintenant fortement, notamment comme sous-couche de revêtements plastiques. Des techniques bien étudiées, établies sur cette base, permettent souvent, elles aussi, de réaliser à bon compte une protection parfaite et conduisent à des économies considérables.

De nombreuses études sont en cours en ce qui concerne l'incorporation d'inhibiteurs à des eaux ou à d'autres fluides corrodants, en vue de rechercher les conditions de sécurité d'emploi de ces inhibiteurs dont les effets sont souvent imparfaits et même dangereux (on cherche notamment à mettre au point le traitement des eaux douces corrodantes par l'hexamétaphosphate ou par le nitrile de soude).

On se rend compte également de ce qu'une protection parfaite contre la corrosion permet aussi une importante diminution de l'épaisseur des parois, pour lesquelles le danger de corrosion rendait nécessaire un coefficient de sécurité exagéré.

Par exemple, dans le cas de pipe-lines, la réalisation d'une protection parfaite peut permettre de diminuer l'épaisseur des parois de 20 à 35 %.

Le désir de coopération

La lutte contre la corrosion est l'un des domaines où l'intérêt particulier se confond généralement le mieux avec l'intérêt général; c'est aussi l'un des domaines où il demeure le plus d'économies à faire et le plus de mystères à élucider. Il est donc normal que ce soit manifesté, à ce sujet, sur le plan scientifique et sur le plan industriel, un grand désir de coopération, lequel s'est traduit, dans plusieurs pays, par la création d'Associations de recherches et par l'organisation de Congrès.

a) L'Electrochemical Society exerce depuis longtemps, en ce qui concerne les études scientifiques de corrosion, une activité appréciable qui est bien connue de tous les spécialistes.

b) La National Association of Corrosion Engineers groupe actuellement plus de 2 000 membres; elle constitue une Association sans but lucratif qui s'attache très activement et très efficacement à promouvoir les recherches scientifiques et les réalisations techniques en corrosion. Elle publie une excellente revue (*Corrosion*), organise des congrès et décerne des prix très

appréciés, récompensant les meilleurs travaux scientifiques (Prix Whitney) et techniques (Prix Speller) en corrosion.

c) Les Gordon Research Conferences organisent annuellement une conférence qui réunit pendant cinq jours la plupart des techniciens et gens de science américains particulièrement intéressés à la corrosion. La réunion de 1949 était consacrée à la *corrosion localisée*; la réunion de 1950 sera consacrée à la *Théorie et Pratique des Mesures de Potentiel*.

d) Le Comité de Thermodynamique et de Cinétique Electrochimiques a été créé en mars 1949 à l'Université de Bruxelles en vue de faciliter et de promouvoir la collaboration internationale en ce qui concerne certaines questions d'électrochimie, tout particulièrement en corrosion; la section américaine de ce comité est très active.

Le besoin d'études fondamentales

Les autorités américaines les plus éminentes ont jeté récemment de véritables cris d'alarme en ce qui concerne le besoin d'études fondamentales aux Etats-Unis.

On assiste actuellement aux Etats-Unis à un effort considérable en vue de développer les recherches fondamentales; cet effort se manifeste de multiples façons: je rappellerai, à ce sujet, l'importante action de la Marine, dont il a été question ci-dessus, ainsi qu'un nouveau mode d'enseignement universitaire qui est à l'essai à l'Université de Californie.

Tant que les bases fondamentales d'une science ou d'une technique ne sont pas entièrement connues, il manque à cette science ou à cette technique un élément essentiel de progrès. Des progrès sont certes possibles, mais ils sont boiteux et liés à l'intuition et au génie de quelques expérimentateurs dont l'œuvre de pionniers n'en est, du reste, que plus admirable.

Toute science expérimentale a eu comme premier stade cette période de la découverte fragmentaire, remplie d'émerveillement et de déceptions devant les faits. La physique, l'électricité et la chimie, par exemple, ont connu toutes trois cette période romantique; le développement de ces sciences fut laborieux et cahoté jusqu'au moment où l'énergétique et les mathématiques eurent permis d'en établir les fondements essentiels. Dès lors, les faits s'inscrivent dans un ordre calme, la recherche perdit en poésie, mais gagna en logique, et des progrès considérables furent accomplis en un temps relativement court: on put comprendre et on put prévoir.

Il est bien connu que les phénomènes de corrosion des métaux, en présence de solutions



aqueuses ou de milieux humides ne sont pas simplement chimiques; ils sont surtout électrochimiques, comme l'ont mis en lumière notamment les expériences d'U. R. Evans relatives à l'aération différentielle et les études relatives à la protection cathodique. De là vient que, comme l'a exprimé Evans, ceux qui ont voulu appliquer la thermodynamique chimique à l'étude de ces phénomènes de corrosion se sont sentis « sur des sables mouvants » : la base était réelle mais insuffisante, et le chercheur s'y enlisait sans pouvoir progresser; la thermodynamique électrochimique est bien meilleur guide que la thermodynamique chimique pour ces études. D'autres difficultés sont venues du fait que la plupart des phénomènes de corrosion sont irréversibles et que, par conséquent, ce n'était pas à la thermodynamique classique des phénomènes réversibles qu'il fallait faire appel pour leur étude, mais bien à une thermodynamique des phénomènes irréversibles.

C'est donc d'une thermodynamique électrochimique des phénomènes irréversibles que l'on peut attendre l'une des meilleures aides pour l'étude rationnelle de nombreux phénomènes de corrosion.

Applications de la thermodynamique électrochimique

Il n'est pas possible de faire, dans le cadre de cette conférence, un exposé de ce qui a été fait ni de ce que peut encore faire la thermodynamique électrochimique pour l'étude de la corrosion. Il y a là un très vaste domaine à peine défriché et extrêmement prometteur au point de vue technique comme au point de vue scientifique; dans le domaine de la corrosion comme en d'autres domaines, la thermodynamique peut fortement aider à comprendre, à prévoir, et à mettre au point des techniques aussi parfaites que possible. Là est un des objets essentiels de l'activité du « Comité de Thermodynamique et de Cinétique Electrochimiques » dont il a été question ci-dessus.

Au point de vue théorique, ce Comité procède actuellement à l'établissement d'un « Atlas de diagrammes d'équilibres électrochimiques », établis en fonction du pH et du potentiel, avec la collaboration de P. Van Rysselberghe (Université d'Oregon) et de P. Delahay (Université de Louisiane). Les figures 690 et 691 donnent les diagrammes relatifs respectivement au comportement du fer et du plomb en présence de solutions aqueuses diluées, à 25° C.

Les figures 692 et 693, déduites des figures précédentes, représentent, moyennant certaines

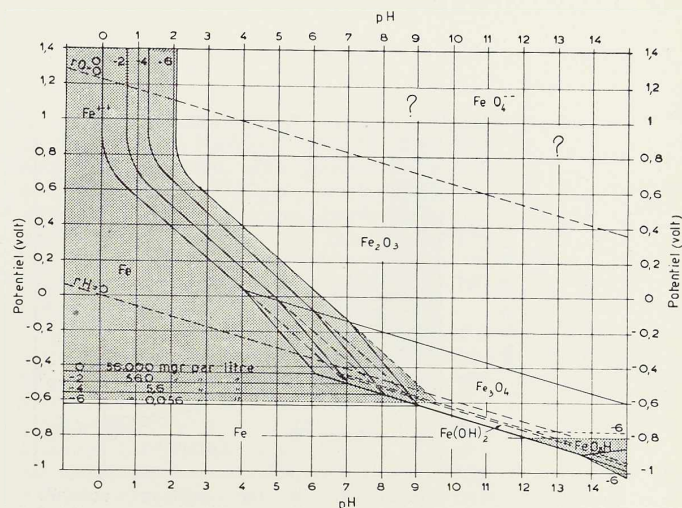
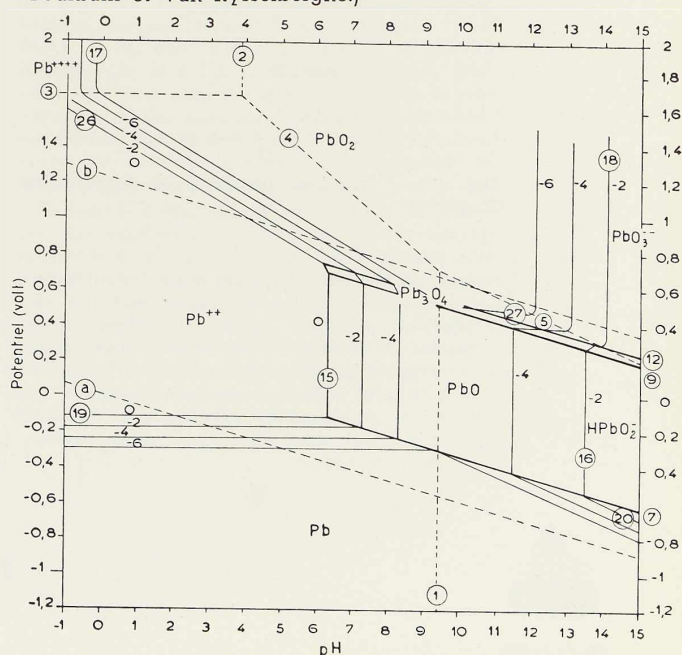


Fig. 690. Diagramme d'équilibre du système Fe-H₂O.

hypothèses, les circonstances dans lesquelles la corrosion du fer et du plomb, en présence de solutions aqueuses, est théoriquement possible ou impossible (en quel cas il y a passivité ou passivation, selon que le métal demeure nu ou se recouvre d'un film protecteur d'oxyde).

Au point de vue expérimental, ce Comité s'occupe de la recherche des lois qui régissent la

Fig. 691. Equilibre plomb-eau. (Selon Delahay, Pourbaix et Van Rysselberghe.)



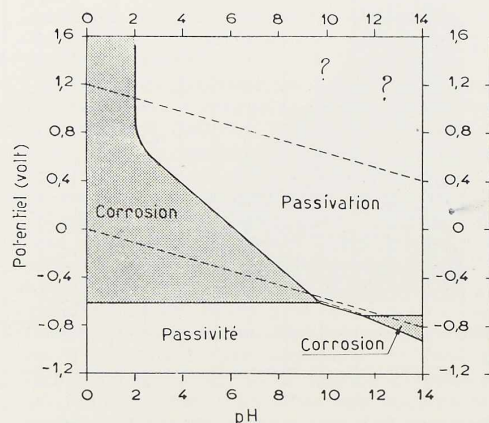


Fig. 692. Corrosion, passivité et passivation du fer.

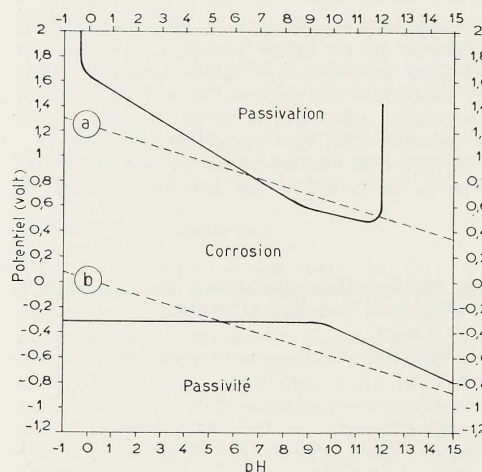


Fig. 693. Corrosion, passivité et passivation du plomb.

vitesse des réactions électrochimiques (c'est-à-dire leur *cinétique*), et de leur application à l'étude de plusieurs problèmes, tout particulièrement en corrosion. Ce programme est extrêmement vaste, et un appel à la collaboration de tous les membres du comité a été fait pour sa réalisation.

Parmi les problèmes de corrosion pour lesquels ces études sont particulièrement prometteuses, il convient de citer :

- La passivation des métaux;
- La protection cathodique des métaux;
- L'action des inhibiteurs de corrosion;
- L'action activante des chlorures;
- L'action des pigments dans les peintures.

Dès maintenant, la thermodynamique électrochimique a conduit à des résultats techniques en ce qui concerne la mise au point et le contrôle de procédés de protection cathodique et de passivation. Récemment, elle a permis d'expliquer et de mettre au point rapidement le fonctionnement, demeuré longtemps mystérieux et incertain, d'appareils de traitement électrique des eaux en vue de rendre ces eaux non incrustantes : l'hypothèse que ces appareils fonctionnaient de manière efficace ou non efficace, selon qu'ils subissaient ou non une certaine corrosion, a permis de réaliser très aisément un fonctionnement satisfaisant de ces appareils.

Lors de mon voyage aux Etats-Unis, j'ai pu m'entretenir avec de nombreux spécialistes de certaines applications de la thermodynamique chimique et de la thermodynamique électrochimique, particulièrement en corrosion. Ci-dessous une liste des principaux sujets traités, à propos desquels des détails figureront dans le rapport relatif à ce voyage et dans quelques publications particulières, réalisées pour la plupart en collaboration avec P. Delahay et avec P. Van Ryselberghe.

1. Etude des équilibres enchevêtrés.
2. Diagrammes d'équilibres électrochimiques.
3. Réduction électrochimique de l'oxygène.
4. Stabilité de l'eau oxygénée.
5. Corrosion des métaux par les sols et par les solutions aqueuses.
6. Théories de la passivation.
7. Inhibiteurs anodiques.
8. Inhibiteurs de décapage.
9. Protection cathodique.
10. Renversement de la polarité des couples fer-zinc.
11. Accumulateurs à plomb.

Conclusions

En conclusion, je voudrais dire que ce qui est vrai pour les Etats-Unis demeure, toutes proportions gardées, vrai pour la Belgique.

Ici, comme là, il est vrai que la corrosion conduit à un gaspillage qui, selon le mot d'Uhlig, constitue un défi aux ingénieurs et aux gens de science. Ici comme là nous n'avons que trop pris l'habitude de considérer la destruction des matériaux comme un mal inévitable, et de passer, de ce fait, des sommes beaucoup trop considé-



rables en frais d'entretien et d'amortissement.

Nombreux sont ceux qui, en Belgique, ont maintenant pris conscience de ce qu'il n'est pas vrai qu'une canalisation ou un câble enfoui dans le sol, doit être nécessairement détruit par corrosion à plus ou moins brève échéance; grâce aux progrès réalisés au cours de ces vingt dernières années, il y a actuellement moins de perforations de conduites et moins de tranchées désorganisant la circulation dans les rues de nos villes. Nous savons aussi maintenant qu'une bonne peinture bien appliquée vaut *infiniment* plus qu'une mauvaise peinture mise en œuvre sans préparation de la surface.

Ces deux exemples montrent les progrès auxquels peuvent conduire des études bien faites, et il n'y a aucune raison pour que ce qui a été réalisé dans ces deux cas ne soit pas réalisable dans la plupart des autres cas.

En ce qui concerne l'industrie du bâtiment, par exemple, où un abaissement du prix de revient est une nécessité absolument vitale pour notre pays, il n'est pas vrai qu'il faille nécessairement, dans chaque maison, tous les cinq, dix ou quinze ans, rafistoler une toiture, remplacer un vase d'expansion ou une chaudière, ou un chauffe-bain, replafonner, enlever les efflorescences apparues sur la façade, ou encore, ce qui se produit heureusement moins souvent, rechercher pourquoi des canalisations se sont corrodées au point de débiter du gaz à travers des murs et des planchers.

Il n'est pas vrai non plus que les eaux sont nécessairement ou corrodantes, ou incrustantes, ni qu'il faut nécessairement, tous les x kilomètres, réaléser un moteur et en roder les soupapes; ni que les évaporateurs, les condenseurs, les gazomètres, les câbles de mines, les châteaux d'eau, les palplanches, les portes d'écluse, les coques de navire, etc., doivent être nécessairement endommagés ou détruits à brève échéance, ou entretenus à grands frais.

Enfin, trop souvent, les cahiers des charges sont imparfaits et les qualités d'un vendeur priment sur celles de la marchandise.

On sait bien que la recherche scientifique constitue l'élément essentiel du progrès technique; mais on ne sait pas toujours assez que *la science appliquée ne peut pas être dissociée de la science pure* et que, en science appliquée, les équipes de chercheurs les plus fécondes sont celles qui, à l'aise dans ces deux domaines, peuvent progresser à la fois en technique et en science fondamentale. De telles équipes obtiennent généralement, tôt ou tard, des résultats d'ensemble dont l'importance dépasse de beau-

coup celle du problème qui leur avait été posé; par exemple, à l'occasion d'études électrochimiques de corrosion, elles peuvent aider à la connaissance de la biologie animale et végétale.

De nombreuses voix plus autorisées que la mienne ont déjà indiqué de manière formelle l'intérêt vital qu'il y a à ce que notre pays produise mieux et moins cher, sans que soit diminué le niveau de vie de la nation.

Pour cela, nous *devons* nous débarrasser de notre particularisme souvent exagéré, et accomplir, ensemble et dans un esprit d'équipe, réalisations techniques et sociales.

Grâce au F. N. R. S., à l'I. R. S. I. A., aux « Centres De Groote », aux « Centres Nationaux de recherches », et à des initiatives privées, d'importants progrès ont été réalisés dans cette voie depuis la libération de notre pays en 1944, et il nous suffit de progresser dans la voie déjà tracée. Nous devons aussi collaborer avec ceux qui, à l'étranger, se sont attelés à la même tâche dans le même esprit d'humanisme. Tout cela nous sera facile si nous n'oublions pas qu'un organisme de recherches est avant tout un organisme de recherches, et pas autre chose, et si nous ne négligeons pas la science fondamentale qui, il faut bien le reconnaître, est actuellement irréalisable dans notre pays en ce qui concerne le domaine dont je vous ai entretenu.

Dans la situation actuelle, pour que les progrès nécessaires soient accomplis en corrosion, il est indispensable d'unir davantage chercheurs et praticiens travaillant en vue de l'intérêt général. A cette occasion, je voudrais rendre hommage à ceux dont l'action s'exerce dans ce sens; en ce qui concerne les Associations sans but lucratif, je pense particulièrement à la Commission IV de l'A. B. E. M., que dirigent P. Erculisse et M. Van Rysselberghe et à l'A. I. B., que dirige M. Verwilt, qui crée actuellement une section de corrosion, laquelle, dans un esprit de collaboration, contribuera à remédier à une importante lacune en ce qui concerne la science et la technique de la protection contre la corrosion.

Comme il a déjà été dit plus haut, ce domaine est, par excellence, un domaine où les intérêts particuliers sont généralement en harmonie avec l'intérêt général. Il est à souhaiter que, comme aux Etats-Unis, organismes d'Etat et parastataux, organismes industriels et milieux scientifiques travaillent en collaboration. Une telle collaboration peut conduire facilement et rapidement à des résultats considérables, pour le plus grand bien de l'économie nationale.

M. P.

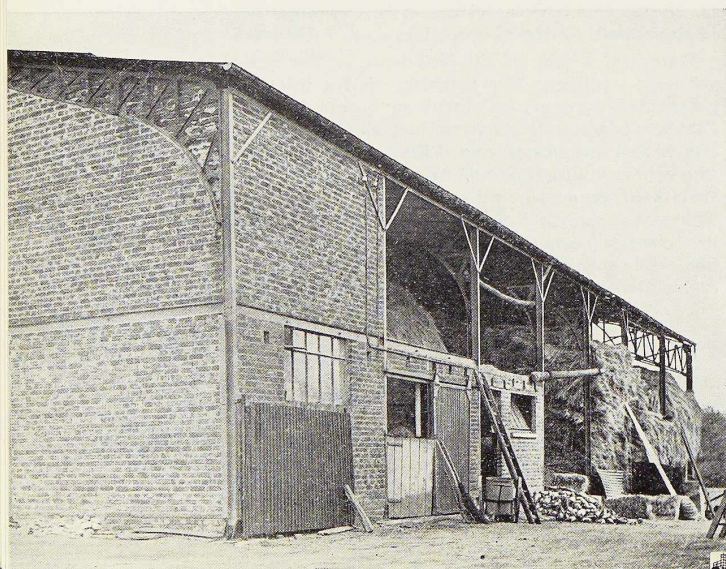
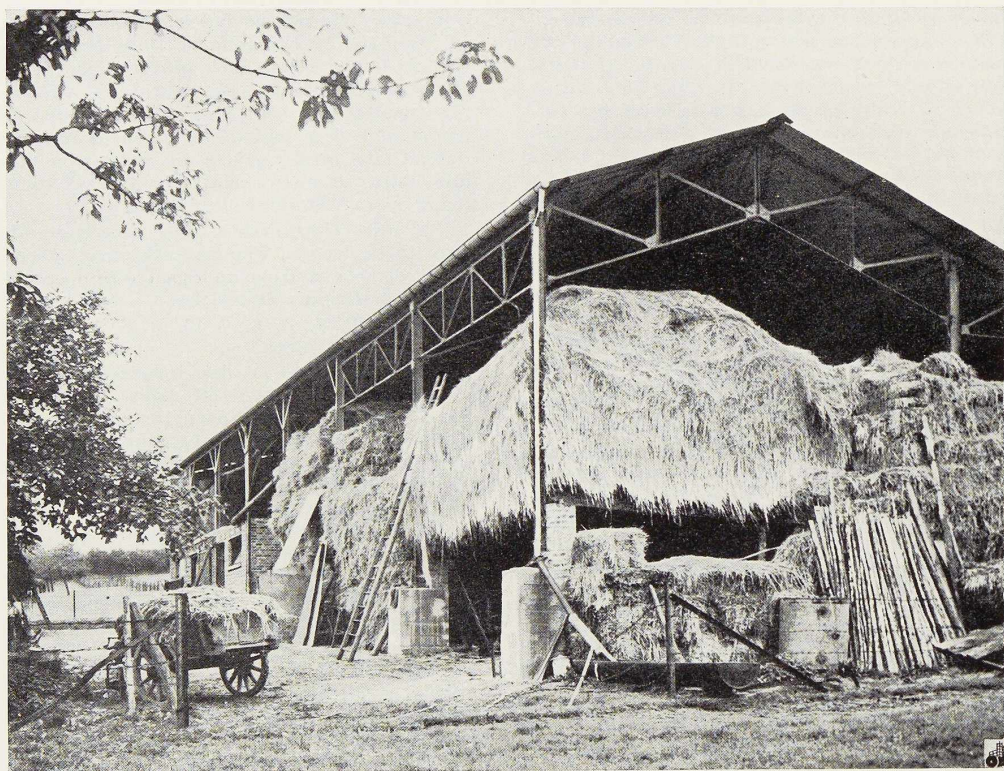
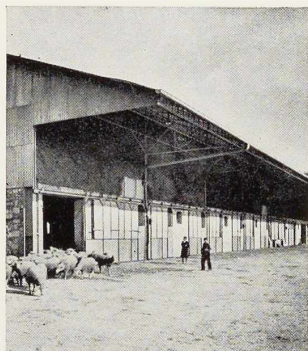


Fig. 694 et 695. Hangars métalliques dans une ferme de la province de Namur.

Photos Malevez.



Les hangars agricoles

A. Defay,
Ingénieur A. I. Br.

Depuis la Libération, il se produit petit à petit dans nos campagnes un mouvement de modernisation que même les plus inattentifs ne peuvent pas ne pas voir.

Non seulement le rural cherche à embellir sa ferme ou son habitation, mais encore il cherche à rationaliser ses bâtiments, ses transports et toute son exploitation.

L'électrification, en se répandant dans les campagnes, améliore le genre de vie des campagnards, car elle rend possible la satisfaction de nombre de leurs désirs : l'électricité facilite, tout en les accélérant, les travaux de la ferme et introduit plus d'hygiène et de confort dans la vie rurale. Il y a peu de fermes qui n'ont pas de moteurs électriques pour la baratte, le hachepaille, l'ensileuse, l'hydrophore ou le compresseur d'air nécessaire à la traite automatique. L'usage des machines agricoles, semeuses, faucheuses, botteleuses, batteuses, se répand et les tracteurs modernes à grandes roues munies de

pneumatiques se rencontrent déjà fréquemment sur les routes.

Qu'on le veuille ou non, la mécanisation et toutes les conséquences économiques, sociologiques et psychologiques qu'elle entraîne, révolutionnent la vie rurale comme elles ont révolutionné la vie industrielle au siècle dernier.

De plus en plus, la difficulté de recruter une main-d'œuvre qui se fait rare en Belgique et la nécessité de maintenir au plus bas ses prix de revient poussent l'agriculteur à rationaliser et à équiper son exploitation. Les pays voisins et concurrents se sont d'ailleurs franchement engagés dans la voie de la modernisation et il importe que l'agriculture belge ne se laisse pas distancer : en particulier la Hollande a importé 15.200 tracteurs entre sa libération et fin 1949. La situation de la Belgique dans Benelux dépendra largement de celle de son agriculture.

Le premier « outil » d'équipement à acquérir est sans contredit le hangar agricole qui, non

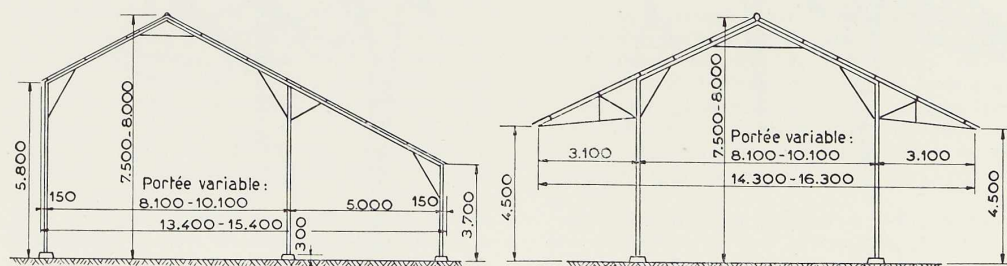


Fig. 697. Deux types de hangars en acier.
Constructeur : S. A. Nobels-Pelman.

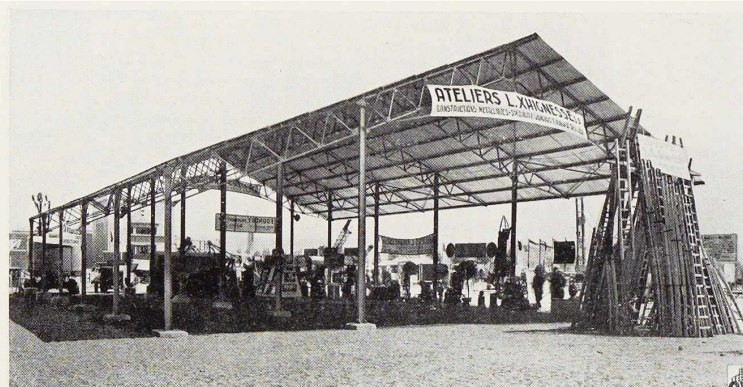


Fig. 698. Hangar présenté à la Foire Internationale de Liège.

seulement sert à emmagasiner les produits récoltés, mais aussi à abriter, contre la pluie, la neige et le soleil, les autres « outils » d'équipement : machines et tracteurs. L'agriculture étant par son essence même une industrie saisonnière, son matériel reste inactif pendant plusieurs mois de l'année et ne peut donc être amorti que lentement : il est indispensable, pour le faire durer

jusqu'à complet amortissement, de le protéger contre les intempéries.

Le hangar métallique, qui se construit en quelques jours au moyen d'éléments préfabriqués, se déplace ou se modifie facilement, et est de plus incombustible, réalise au maximum les desiderata du fermier. Il en existe de nombreux modèles, dont les figures qui illustrent cet article donnent

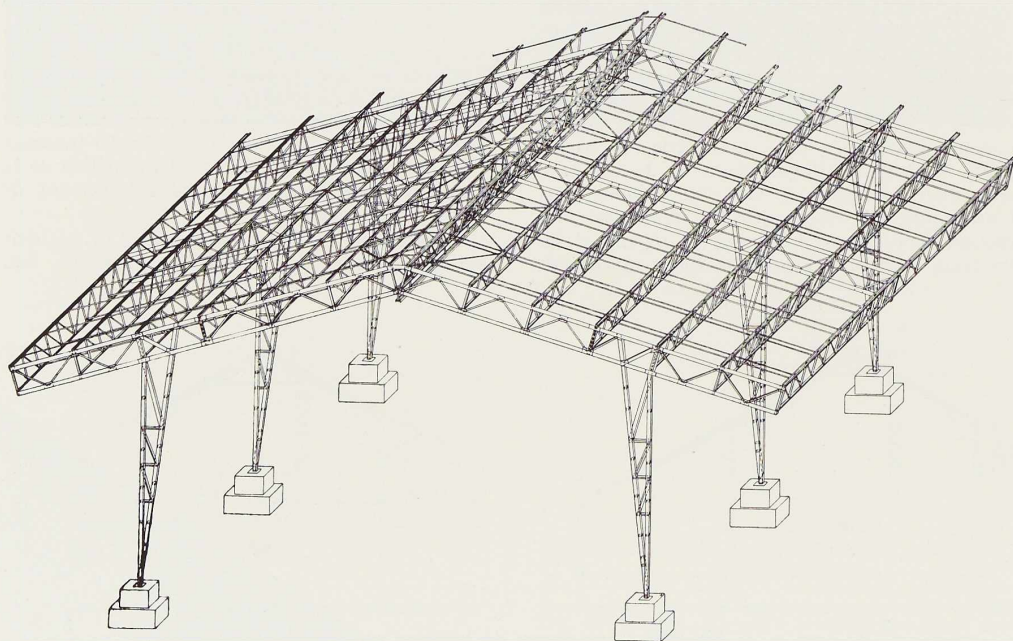


Fig. 699. Hangar préfabriqué en profilés de tôle pliée, système Multifiber-Grisard.





Document OTUA - Photo Lacheroy.

Fig. 700. Vue d'un hangar métallique français avec auvent abritant le charroi.
A droite : silos à fourrage.

quelques exemples : le poids de leur charpente, piliers compris, varie de 15 à 18 kilos par mètre carré couvert et peut être plus réduit encore dans les pays, comme le Congo, où il ne faut pas envisager de charge due à la neige.

Un hangar en profilés de tôle pliée (2,6 mm), de conception belge, qui fut primé en France au concours organisé par l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (O. T. U. A.) en 1948, pesait 14,24 kg par mètre carré couvert, bien qu'il fût muni d'un monorail de 500 kg et qu'il avait été calculé selon des règlements français, plus exigeants que les nôtres (fig. 699).

La charpente, grâce au poids réduit et aux dimensions limitées des éléments standards qui la constituent, peut être chargée tout entière sur un camion et montée, sans aucun engin spécial, par les ouvriers agricoles eux-mêmes. Elle se compose

de fermes, triangulées ou non, reposant sur des piliers et reliées entre elles par des pannes en profilés légers et des tirants de contreventement.

Les fermes standards ont généralement une portée ne dépassant guère 10 mètres; on a cependant été jusqu'à 20 mètres dans les exploitations importantes. Au delà, la construction devient compliquée et coûteuse et il est plus économique d'envisager plusieurs hangars. Toutefois, pour augmenter la surface couverte, l'extrémité des fermes peut être prolongée en auvent de 4 à 5 mètres en dehors de la file de piliers (fig. 701, p. 534).

Ceux-ci, réalisés en profilés, ou parfois en tubes, sont triangulés ou non suivant l'importance du poids à supporter; les piliers d'angle sont souvent renforcés pour mieux assurer le contreventement. Ils reposent sur des dés de maçonnerie ou

de béton auxquels ils sont scellés et qui, tout en les protégeant du contact direct du sol, leur évitent les heurts des roues des véhicules.

La couverture est faite d'habitude en plaques ondulées de tôle galvanisée fixées à l'ossature par des crochets, galvanisés également, munis de rondelles d'étanchéité en plomb.

L'assemblage de la charpente se fait très simplement par boulons, ce qui réserve d'ailleurs la possibilité d'un démontage aisé pour modification ou déplacement.

Le reproche que l'on fait au hangar métallique d'être attaqué par la rouille n'est plus guère valable aujourd'hui : il existe de nombreuses peintures protégeant efficacement l'acier et, l'atmosphère rurale étant peu agressive, on peut dire qu'un hangar qu'on repeint tous les cinq ans a une durée pratiquement illimitée.

Il est à noter à ce propos que, lors d'un récent congrès d'ingénieurs en Hollande, un participant français a fait remarquer que dans ce pays particulièrement exposé à la corrosion on ne voit pratiquement pas de rouille.

Le sol d'un hangar est ordinairement constitué de terre battue comme les aires des granges de temps immémoriaux ou, si l'on craint les rongeurs, d'une dalle de béton.

L'engrangement des récoltes en hangar est très facile à cause de la largeur des baies d'accès. Le battage se fait sous l'avent du hangar plus rapidement et moins péniblement que dans la porte d'une grange où les ouvriers travaillent presque toujours dans un courant d'air et un nuage de poussière. D'autre part, les récoltes, bien aérées, ne craignent pas la fermentation ni les combustions spontanées qui peuvent s'ensuivre, et l'incombustibilité du hangar lui-même permet d'obtenir une réduction des primes d'assurance par rapport à ce qu'elles sont pour les récoltes en meules ou en grange : la protection contre la foudre est assurée par la nature métallique du hangar qui constitue une « cage de Faraday ».

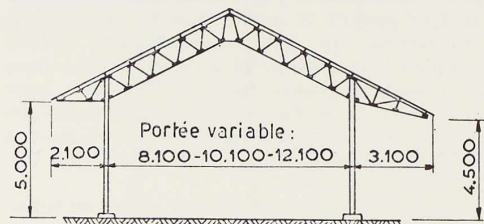


Fig. 701. On augmente la surface couverte au moyen d'un avant. (Modèle de la Firme Xhignesse.)

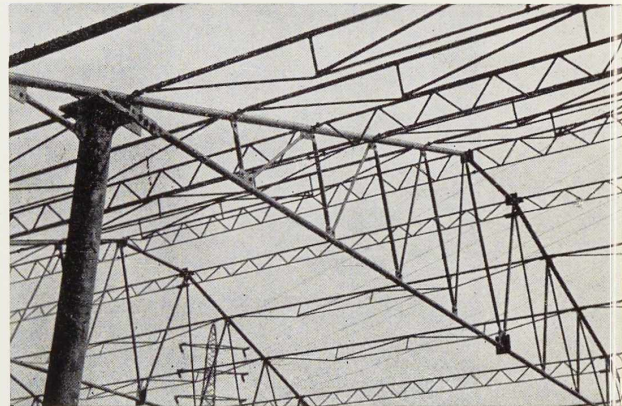


Fig. 702. Charpente de hangar en tubes d'acier. Constructeur : Usines à Tubes de la Meuse (U. T. M.).

Enfin si on le désire, un hangar métallique peut être clos soit par un bardage en tôle galvanisée, soit par des murs en maçonnerie qui, ne portant aucune charge, peuvent être très minces. Certains hangars même ont été agencés de manière à offrir une remise pour les machines et véhicules, surmontée d'une grange à stocker les produits récoltés. Dans ce cas, le plancher intermédiaire est réalisé en plaques de tôle afin de maintenir l'incombustibilité de la construction.

Bref, le hangar métallique est adaptable à tant d'usages divers et présente de si nombreux avantages que sa nécessité s'impose dans toute exploitation agricole d'une certaine envergure.

Il y a bien une façon de l'éviter, mais elle n'est pas applicable à une ferme déjà existante : c'est la méthode d'exploitation par bâtiment unique, abritant sous un même toit la remise, la grange, l'étable, la laiterie et même la porcherie.

Ce système a été utilisé dans les fermes hollandaises créées dans les polders récemment conquis sur le Zuiderzee. Un grand bâtiment de 22 × 40 mètres abrite toute l'exploitation ; l'habitation du fermier y est accolée de manière à obtenir un ensemble résistant bien au vent et offrant peu de pertes thermiques. La toiture de ce bâtiment comporte 10 fermes métalliques, portiques de 15 mètres de hauteur constitués de deux poutrelles PN 38 pliées pour former les jambages et réunies sur des dalles de fondation. Elles sont encastrées dans des murs en béton de 2,25 m sur lesquels reposent les sablières du toit : une con-



Fig. 703. Hangar métallique, système Fromont.

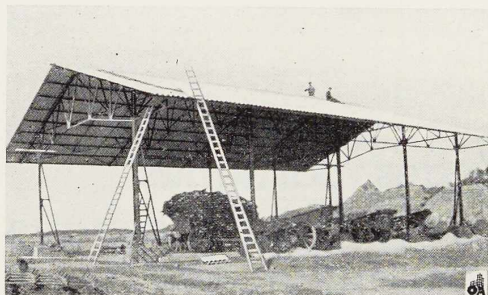


Fig. 704. Ces hangars sont montés sans engin spécial par les ouvriers agricoles eux-mêmes. (Modèle de la Firme Steyaert-Heene.)

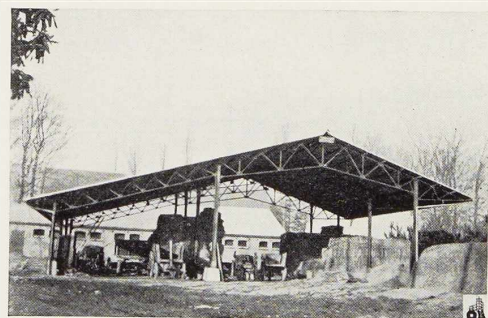


Fig. 705. L'engrangement est facile à cause de la largeur des baies. (Hangar construit par la Firme De Wandeler.)

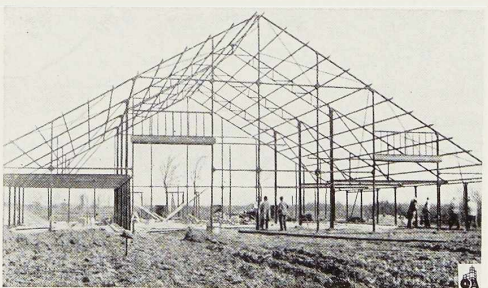
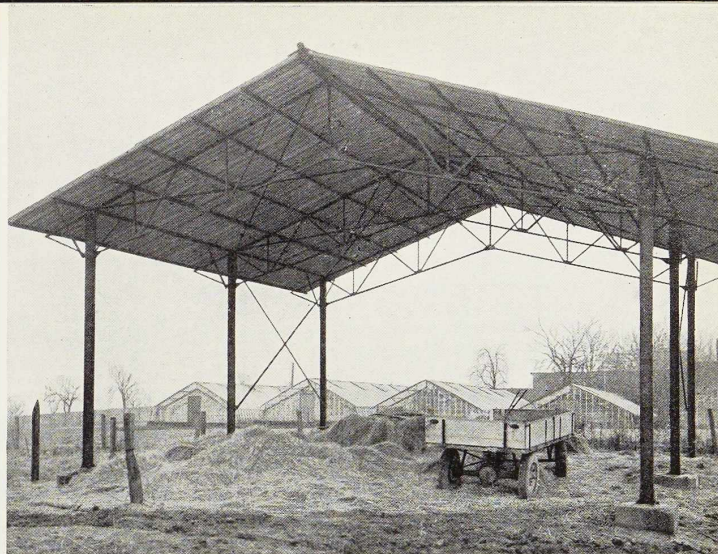


Fig. 706. Charpente d'un hangar. (Constructeur : Atelfond.)



treffèche de 6 centimètres a été donnée à la partie de ces portiques jouant le rôle d'arbalétrier pour pallier, au point de vue aspect, la déformation due au vent. Ces poutrelles sont simplement revêtues d'une couche de bitume qui, escompte-t-on, les protégera efficacement de la corrosion pendant 10 ou 12 ans.

Parmi les 53 fermes de ce modèle que l'Etat hollandais possède dans le Wieringermeerpolder, certaines s'occupent plus spécialement d'élevage et ont un cheptel bovin de 60 têtes. A l'étable, les vaches sont attachées par un dispositif constitué de tubes métalliques qui leur permet toute liberté de mouvements, et leurs abreuvoirs qui sont en acier embouti sont automatiques; ils se remplissent d'eau fraîche quand le museau de l'animal vient en contact au fond. Ces étables sont parfois équipées de rails aériens sur lesquels circulent les bennes qui amènent le fumier et celles qui amènent le fourrage ou la nourriture préparée.

En ce qui concerne la Belgique, où il s'agit d'équiper les fermes existantes plutôt que d'en construire de nouvelles, la solution par bâtiment unique est, comme déjà dit, inapplicable et on est ramené presque inéluctablement au hangar métallique qui peut être, selon les besoins du moment, grange, fenil, remise, garage, étable, écurie et même salle de réunion ou de fête. L'acier est le seul matériaux qui permette une telle adaptabilité; c'est le seul aussi qui permette une construction rapide. Il ne craint ni le feu ni l'usure du temps tout en exigeant fort peu d'entretien : l'expérience a montré que, tout compte fait, le hangar métallique est le meilleur marché.

A. D.

E. Roland,
Ingénieur
à la Société Electrorail

Le calcul des portiques continus de forme quelconque (Deuxième partie)⁽¹⁾

11) Quelques formules pour le calcul des caractéristiques φ , ψ et δ d'un arc

a) Arc formé d'éléments droits

Dans le cas le plus général il sera constitué de deux éléments verticaux rr_1 et ss_1 (fig. 707) reliés par des éléments droits numérotés 1, 2, 3... Chaque élément a un moment d'inertie uniforme. Les flexibilités de rr_1 et ss_1 sont désignées respectivement par j_{rr} et j_{ss} , celles des autres éléments par $j_1, j_2, j_3, \dots$. A chaque nœud correspond une hauteur $h_r, h_1, h_2, \dots, h_s$ comme indiqué sur la figure.

La projection de l'élément n° 3, par exemple, sur une horizontale $\rho\sigma$, partage celle-ci en trois tronçons β_3, α_3 et γ_3 .

Ces diverses notations étant posées, on trouve par les procédés classiques les formules ci-après :

$$\varphi_{rr''} = j_{rr} + \frac{\sum j_n (\alpha_n^2 + 3 \alpha_n \gamma_n + 3 \gamma_n^2)}{3 L^2}$$

$$\varphi_{ss'} = j_{ss} + \frac{\sum j_n (\alpha_n^2 + 3 \alpha_n \beta_n + 3 \beta_n^2)}{3 L^2}$$

$$\varphi_{rs} = - \frac{\sum j_n [\alpha_n^2 + 3 \alpha_n (\beta_n + \gamma_n) + 6 \beta_n \gamma_n]}{6 L^2}$$

$$\psi_{rs} = 0,5 j_{rr} h_r + \frac{\sum j_n [h_{n-1} (3 \gamma_n + 2 \alpha_n) + h_n (3 \gamma_n + \alpha_n)]}{6 L}$$

⁽¹⁾ Voir la première partie de cette étude dans le n° 10-1950 de *L'Ossature Métallique*.

$$\psi_{sr} = 0,5 j_{ss} h_s + \frac{\sum j_n [h_{n-1} (3 \beta_n + \alpha_n) + h_n (3 \beta_n + 2 \alpha_n)]}{6 L}$$

$$\delta_{rs} = \frac{j_{rr} h_r^2 + j_{ss} h_s^2}{3} + \frac{\sum j_n (h_{n-1}^2 + h_{n-1} h_n + h_n^2)}{3}$$

Si h_r ou h_s sont nuls, on posera dans les formules ci-dessus :

$$j_{rr} = 0 \quad j_{ss} = 0$$

Application : Considérons l'élément cd de la figure 710 où pour chaque élément droit on a $j = 1$.

On a en outre :

$$L = 8 \text{ m} \quad h_c = 4 \text{ m} \quad h_1 = 6 \text{ m} \quad h_d = 4 \text{ m}$$

$$\beta_1 = 0 \quad \alpha_1 = \gamma_1 = 4 \text{ m} \quad \beta_2 = \alpha_2 = 4 \text{ m} \quad \gamma_2 = 0$$

On en tire :

$$\varphi_{ce''} = 1 + \frac{(4^2 + 3 \times 4 \times 4 + 3 \times 4^2) + (4^2 + 3 \times 4 \times 0 + 3 \times 0)}{3 \times 8^2} = 1,667.$$

Par symétrie

$$\varphi_{dc'} = \varphi_{ce''}$$

$$\varphi_{cd} = - \frac{(4^2 + 3 \times 4 (0 + 4) + 6 \times 0 \times 4) + (4^2 + 3 \times 4 (4 + 0) + 6 \times 4 \times 0)}{6 \times 8^2} = -0,3333.$$

De même on trouve $\psi_{cd} = 7 = \psi_{dc} \quad \delta_{cd} = 61,33.$



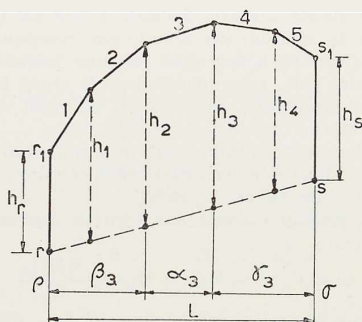


Fig. 707. Cas d'un arc formé d'éléments droits.

b) Arc parabolique ⁽¹⁾

Nous poserons : $I \cos \alpha = C^0 = I_0$
où α est l'angle formé par la fibre neutre de l'arc avec l'horizontale.

La parabole est définie par l'équation (fig. 708)

$$y = \frac{4fx(L-x)}{L^2}.$$

⁽¹⁾ Remarque sur l'utilisation de la règle à calcul dans le cas particulier des arcs surbaissés.

Pour que l'utilisation de la règle à calcul donne une précision suffisante, il convient que l'état de contrainte de première phase ne diffère pas considérablement de l'état de contrainte final.

Dans le cas d'un arc surbaissé $r''s'$, la poussée $Q_{1r''} = Q_{1s'}$, trouvée au premier stade peut être importante. La poussée correspondante de second stade : $Q_{2r''} = Q_{2s'}$ sera généralement de signe négatif et sa valeur absolue pourra, dans certains cas, être assez voisine de celle de premier stade. Il s'ensuit que le calcul de la sollicitation, qui est la somme algébrique des deux stades, sera la différence de deux quantités voisines et pourra manquer de précision si l'on fait emploi de la règle à calcul.

On obvie à cet inconvénient en allongeant, en premier stade, la distance entre les naissances r et s , de manière à supprimer la poussée dans l'arc. Cet allongement s'opère d'ailleurs tout en s'opposant à la rotation des nœuds r et s ; il faut, à cet effet, appliquer au nœud r , un couple positif que nous désignerons par $M^{(rs)}$, ce qui crée en r'' un moment correspondant de premier stade — $M^{(rs)}$.

Au nœud s , le couple vaudra — $M^{(rs)}$ et le moment correspondant de premier stade en s' a la même valeur.

En outre l'allongement de l'arc que nous désignerons par

$$\Delta^{(rs)}$$

sera assimilé à l'effet d'une variation de température. Prenons par exemple le cas de l'arc ef de la figure 627 (O. M., n° 10-1950, p. 472) qui s'allonge de $\Delta^{(ef)}$. Pour déterminer l'effet de cet allongement, nous déplaçons le nœud f de $\Delta^{(ef)}$ et laissons e immobile. En outre nous immobilisons le nœud g . Si fg présente un moment d'inertie constant, le moment de premier stade en f'' a pour valeur

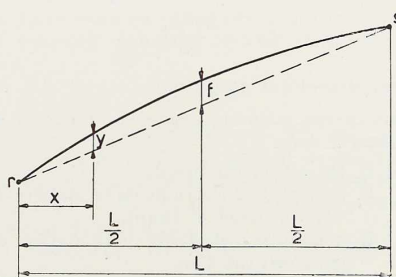


Fig. 708. Arcs paraboliques.

Nous poserons en outre

$$j_{rs} = \frac{L}{EI_0}.$$

On trouve

$$\varphi_{rr''} = \varphi_{ss'} = \frac{j_{rs}}{3};$$

$$\varphi_{rs} = \varphi_{sr} = -\frac{j_{rs}}{6};$$

$$M_{1r''} = \frac{-6\Delta^{(ef)}}{j_{ef}h_{ef}}$$

h_{ef} étant la longueur de l'élément.

Le moment en g' aura la même valeur absolue mais positive. Le calcul des valeurs $M^{(rs)}$ et $\Delta^{(rs)}$ s'établit comme suit. Pour que l'allongement d'un arc rs soit tel que sa poussée soit diminuée de $Q_{1r''}$, tout en empêchant la rotation des naissances, il faut que

$$\Delta^{(rs)} = \frac{\varphi_{rs} Q_{1r''}}{\varphi_{rr''} - \varphi_{rs}}.$$

Cette formule découle de la définition de φ_{rs} , $\varphi_{rr''}$ et φ_{rs} .

Il en résulte que l'allongement vaut, en vertu de la définition de φ_{rs} et δ_{rs}

$$\Delta^{(rs)} = \delta_{rs} Q_{1r''} - 2\Delta^{(rs)} \varphi_{rs}$$

L'application de ces formules donne pour :

1) L'arc sans tirant :

$$\Delta^{(rs)} = \frac{2fQ_{1r''}}{3} \quad \Delta^{(rs)} = \frac{4f^2j_{rs}Q_{1r''}}{45}$$

2) L'arc avec tirant :

$$M^{(rs)} = \frac{60fQ_{1r''}}{75+k} \quad \Delta^{(rs)} = \frac{8f^2j_{rs}Q_{1r''}}{75+k}.$$

Effort de traction dans le tirant, en premier stade :

$$N_{1rs} = \frac{(k-15)Q_{1r''}}{k+75}$$



$$\psi_{rs} = -\psi_{sr} = \frac{f j_{rs}}{3};$$

$$\delta_{rs} = \frac{8 f^2 j_{rs}}{15}.$$

c) Arc parabolique avec tirant

Dans ce cas nous supposons les nœuds r et s au même niveau.

Soient Ω_t la section du tirant,

E_t le module d'élasticité de la matière dont est constitué le tirant,

E_a le module d'élasticité de la matière dont est constitué l'arc.

Nous posons

$$k = 15 + 8 \frac{f^2 \Omega_t}{I_0} \cdot \frac{E_t}{E_a}.$$

Il convient d'exprimer f , Ω_t et I_0 dans les mêmes unités, par exemple le cm pour f , le cm² pour Ω_t et le cm⁴ pour I_0 .

En exprimant que l'allongement de l'arc et du tirant sont les mêmes, on trouve :

$$\varphi_{rs}'' = \frac{(25+k) j_{rs}}{8k}, \quad \varphi_{rs} = -\frac{(75-k) j_{rs}}{24k}.$$

$$\psi_{rs} = \frac{5 f j_{rs}}{k}, \quad \delta_{rs} = \frac{8 f^2 j_{rs}}{k}.$$

Après calcul des sollicitations de second stade, on trouve un moment fléchissant de second stade $M_{2r''}$ en r'' ; un moment $M_{2s'}$ en s' , et au droit de ces deux points, une poussée $Q_{2r''} = Q_{2s'}$.

L'effort de traction de second stade dans le tirant a pour expression

$$N_{2rs} = [5(M_{2r''} + M_{2s'}) - 8 f Q_{2r''}] \frac{(k-15)}{8 f k}$$

et la poussée en stade final, dans l'arc proprement dit a pour valeur

$$N_{2rs} + Q_{r''}.$$

12) Effets du retrait et des variations de température

En premier stade on opérera des déplacements de nœuds de manière à rendre les calculs de ce stade aussi simples que possible.

On trouvera des couples C et des efforts U en certains nœuds, puis en second stade on déterminera les sollicitations consécutives à l'application des couples $-C$ et des efforts $-U$ en appliquant le procédé décrit ci-dessus.

A titre d'exemple, voici une façon de procéder pour déterminer l'influence du raccourcissement de l'élément cd de la figure 627 (O. M., n° 10-1950, p. 472).

Soit δ ce raccourcissement.

En premier stade nous déplaçons le nœud c

vers la droite sur une distance δ tout en s'opposant à la rotation du nœud; par conséquent la partie $cdefgh$ ne subit aucune sollicitation.

D'autre part, nous maintenons le nœud b strictement immuable, donc Aa bB ne subit aucune sollicitation.

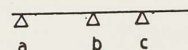
L'élément bc subira seul une sollicitation de premier stade et nous aurons en b et c des couples C_b , C_c et des efforts U_b et U_c .

Si bc possède un moment d'inertie constant I_{bc} , on trouve :

$$C_b = C_c = -M_{1b}'' = M_{1c}' = \frac{6 \delta E I_{bc}}{h_{bc}^2 l_c}$$

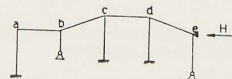
h_{bc} étant la longueur de l'élément bc .

13) Poutre continue sur appuis simples (1)



Dans ce cas les coefficients Ψ , Δ , ν , ν' et n disparaissent.

(1) Parmi les cas particuliers il convient aussi de signaler les portiques continus dont la superstructure comporte uniquement des poutres droites entre têtes de colonnes, comme indiqué sur la figure ci-contre.



Dans le cas de charges verticales, les efforts horizontaux U de premier stade sont tous nuls. Dans le second stade, on ne devra tenir compte que de l'effet des couples $-C$, lesquels peuvent déterminer un déplacement horizontal de la traverse, c'est-à-dire que la déformation élastique des colonnes pourra être telle que la tête de chaque colonne ne sera pas sur la verticale passant par son pied.

Dans le cas où les charges ne sont pas verticales, il suffira de prévoir un seul effort horizontal U appliqué en un nœud quelconque.

On peut aussi simplifier la résolution de ce problème en adoptant une méthode déjà connue qui consiste à procéder en deux étapes.

Au cours de la première étape, on immobilise le nœud e par exemple, par une butée fictive et provisoire qui s'oppose au déplacement horizontal élastique de l'ensemble de la superstructure. On trouve une réaction H pour cette butée. Dans la seconde étape, on recherche l'état de sollicitation de la construction, consécutif à la suppression de la butée, ce qui équivaut à l'application d'une force $-H$ sur la construction supposée libre. La somme algébrique des états de sollicitation des deux étapes donne la solution du problème.

Dans l'étude de la première étape, les coefficients de déformation ψ et Δ sont nécessairement nuls du fait de l'immobilisation horizontale des nœuds. En outre, les coefficients de sollicitation tels que m_{rs} , $m_{r'}$, n_r' et ν_r' consécutifs à l'effet des déplacements horizontaux, n'ont plus de raison d'être. Il s'ensuit que des formules (8) à (13) du tableau I et (8') à (13') du tableau II, seules les formules (8) et (9) ainsi que (8') et (9') sont à utiliser. Quant aux formules (14) à (29) et (14') à (29') des tableaux I et II, il suffit de leur substituer les formules ci-après, dont la justification est similaire à celle des formules (14) et (15).



En outre :

$$\mu_{r,r'} = 1 \quad \mu_{r'} = 1 \quad \Phi_{r,r'}^g = \Phi_{r'}^g \quad \Phi_{r'}^d = \Phi_{r'}^d$$

Il ne reste à calculer que les coefficients

$$\mu_{rs} \text{ et } \Phi_{r'}^g \text{ ou } \mu_{sr} \text{ et } \Phi_{r'}^d$$

donnés par les formules (8) et (9) ou (8') et (9').

Si chaque travée comporte un moment d'inertie constant, nous posons pour simplifier

$$V_r^g = 6 \Phi_{r'}^g \quad V_r^d = 6 \Phi_{r'}^d$$

On a :

$$V_r^g = j_{qr} (2 + \mu_{qr}) \quad V_r^d = j_{rs} (2 + \mu_{sr})$$

$$\mu_{rs} = \frac{-1}{2 + \frac{V_r^g}{j_{rs}}} \quad \mu_{rq} = \frac{-1}{2 + \frac{V_r^d}{j_{qr}}}$$

En premier stade, on suppose la travée d'extrémité ab simplement appuyée en a et encastree en b ; même si la poutre est prolongée à gauche de a par un porte à faux. Les travées intermédiaires sont supposées encastrees aux deux extrémités, et pour la dernière travée on suppose que le dernier appui est libre.

On obtient des moments de premier stade M_{1b} , $M_{1b'}$, M_{1c} ... etc. puis on pose

$$\mu_{r'} = \frac{\Phi_{r'}^{g''}}{\Phi_{r'}^g + \Phi_{r'}^{g''}} \quad \mu_{r'} = \frac{\Phi_{r'}^{d''}}{\Phi_{r'}^d + \Phi_{r'}^{d''}}$$

$$\Phi_{r'}^g = \mu_{r'} \Phi_{r'}^g \quad \Phi_{r'}^d = \mu_{r'} \Phi_{r'}^d$$

où

$$\Phi_{r'}^{g''} = \frac{j_{rR}}{4}$$

pour la colonne encastree au pied.

$$\text{et } \Phi_{r'}^{g''} = \frac{j_{rR}}{3}$$

pour la colonne articulée au pied,

le moment d'inertie des colonnes étant supposé constant.

$\Phi_{r'}^{g''}$ représente l'angle dont tourne la tête de la colonne rR lorsqu'on lui applique un couple unité, la tête étant supposée maintenue sur la verticale passant par l'axe du pied. (Voir fig. ci-contre relative à la colonne encastree au pied.)

Dans le cas de colonnes encastrees, le moment fléchissant au pied sera égal et de sens opposé à la moitié du moment fléchissant à la tête.

Dans le cas que nous traitons, la connaissance des poussées n'est pas nécessaire pour lever l'hyperstaticité du système puisque le moment au pied des colonnes encastrees est connu. Il s'ensuit que parmi les coefficients de répartition seuls les coefficients M'' nous intéressent. D'autre part, les coefficients ψ étant nuls, les premières des équations (30) et (30') du tableau III donnent directement les valeurs de M'' .

Connaissant le diagramme des moments fléchissants de chaque colonne, on en déduit l'effort tranchant au pied de chacune de celles-ci. La réaction cherchée H sera égale à la somme algébrique de ces efforts tranchants.

Pour l'étude de la seconde étape, nous déplaçons horizontalement (vers la droite) la superstructure sur une distance

$$C_b = M_{1b'} - M_{1b''} \quad C_c = M_{1c'} - M_{1c''} \text{ etc.}$$

On passe alors au calcul des coefficients V et μ dont question ci-dessus, et l'on commence par poser :

$$V_b^g = 2 j_{ab}$$

puis on tire successivement μ_{bc} , V_c^g , μ_{cd} ... etc.

On opérera de même en partant de l'extrémité droite de la poutre pour obtenir des coefficients tels que μ_{sr} et V_r^d . Si la poutre est symétrique, ces calculs sont inutiles.

Les coefficients de répartition se réduisent, dans ce cas, à

$$\bar{M}_{r'}^m = \frac{V_r^d}{V_r^d + V_r^g} \quad \bar{M}_{r'}^m = \frac{-V_r^g}{V_r^d + V_r^g} = -1 + \bar{M}_{r'}^m$$

Pour déterminer les moments de second stade, on opère d'après le principe exposé au paragraphe 10, mais le procédé se simplifie, notamment par le fait que les moments à gauche et à droite de chaque appui sont égaux entre eux.

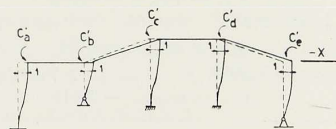
Nous pouvons poser

$$M_{b''}^g = -C_b \bar{M}_{b''}^m$$

puis nous déterminons $M_{c''}^g$, $M_{d''}^g$... $M_{r''}^g$ par la formule générale

unité. Il faut à cet effet appliquer au nœud e un effort horizontal que nous appellerons $-X$ et que nous rechercherons en procédant comme suit :

En premier stade, nous nous opposons à la rotation des nœuds par l'application de couples C_a , C_b , C_c etc. (voir fig. ci-dessous).



Par conséquent, la tangente à la fibre neutre à la tête de chaque colonne sera strictement verticale et passera à une distance unité du pied de celle-ci. Pour une colonne rR , on aura donc :

$$C_r = \frac{6}{j_{rR} h_r}$$

si le pied est encastree;

$$C_r = \frac{3}{j_{rR} h_r}$$

si le pied est articulée.

En second stade, nous libérons les nœuds ce qui équivaut à l'application de couples $-C_a$, $-C_b$, $-C_c$ etc. Les calculs de second stade seront conduits en tenant compte des remarques faites pour la première étape.

En stade final, on détermine l'effort tranchant au pied des poteaux dont la somme donne la valeur $-X$.

Pour trouver l'état de sollicitation de la deuxième étape, on multiplie les résultats trouvés par le rapport $\frac{H}{X}$.

$$M_{r''}^g = \nu_{rq} M_{q''}^g - C_r \bar{M}_{r''}^m.$$

En partant de l'extrémité droite de la poutre, si nous désignons par y l'avant-dernier appui, nous aurons nécessairement

$$M_{y''}^d = 0$$

puis on détermine

$$M_{x''}^d \quad M_{y''}^d \quad \dots \quad M_{r''}^d \quad \dots \text{ etc.},$$

par la formule générale

$$M_{r''}^d = (M_{s''}^d - C_s \bar{M}_{s''}^m) \nu_{rs}.$$

Le moment final à l'appui r , par exemple, vaudra :

$$M_r = M_{1r''} + M_{r''}^g + M_{r''}^d.$$

Première application

a) Considérons la construction représentée sur la figure 710 supportant une charge verticale uni-

forme de 1 t/m sur le versant gauche de la toiture du portique cd .

La flexibilité de chaque élément droit de la construction est telle que l'on a pour chacun d'eux

$$j=1$$

Pour les éléments droits ab , bc , de et ef , l'application des formules (3) et (4) donne

$$\begin{aligned} \varphi_{ad''} &= \varphi_{bb''} = \varphi_{bb''} = \varphi_{ce''} = \varphi_{dd''} \\ &= \varphi_{ce''} = \varphi_{ee''} = \varphi_{ff''} = 1/3; \\ \varphi_{ab} &= \varphi_{ba} = \varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \varphi_{de} = \varphi_{ed} = \varphi_{ef} \\ &= \varphi_{fe} = -1/6. \end{aligned}$$

Les coefficients ψ et δ sont nuls.

Pour les têtes de poteaux les formules (5) à (5'') donnent

$$\begin{aligned} \Phi_{a'''} &= \Phi_{b'''} = \Phi_{e'''} = \Phi_{f'''} = 1; \\ \psi_{a'''} &= \psi_{b'''} = \psi_{e'''} = \psi_{f'''} = 2; \\ \Delta_{a'''} &= \Delta_{b'''} = \Delta_{e'''} = \Delta_{f'''} = 5,33; \\ \Phi_{e'''} &= \Phi_{d'''} = 1 \quad \psi_{e'''} = \psi_{d'''} = 3 \quad \Delta_{e'''} = \Delta_{d'''} = 12. \end{aligned}$$

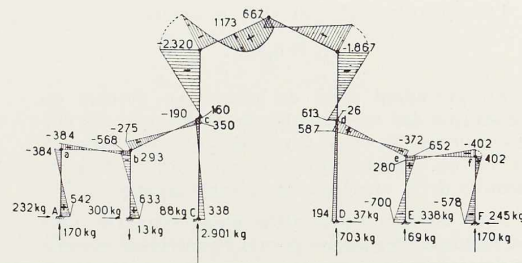
TABLEAU V. — Coefficients de sollicitation

$\nu_{ab} = \nu_{fe} = -0,125$	$\nu_{bf} = \nu_{e''} = 0,595$	$\nu_{bf} = \nu_{e''} = 0,125$
$m_{ab} = m_{fe} = -1,500$	$m_{bf} = m_{e''} = 0,860$	$n_{bf} = n_{e''} = 0,500$
$\nu_{bc} = \nu_{ed} = 0,342$	$\nu_{c''} = \nu_{d''} = 0,520$	$\nu_{c''} = \nu_{d''} = 0,1135$
$m_{bc} = m_{ed} = -0,292$	$m_{c''} = m_{d''} = 0,427$	$n_{c''} = n_{d''} = 0,833$
$\nu_{cd} = \nu_{dc} = -0,185$	$\nu_{d''} = \nu_{e''} = 0,479$	$\nu_{d''} = \nu_{e''} = 0,0907$
$m_{cd} = m_{de} = -3,84$	$m_{d''} = m_{e''} = 1,507$	$n_{d''} = n_{e''} = 0,3395$
$\nu_{de} = \nu_{cb} = -0,2865$	$\nu_{e''} = \nu_{bf} = 0,636$	$\nu_{e''} = \nu_{bf} = 0,0975$
$m_{de} = m_{cb} = -0,816$	$m_{e''} = m_{bf} = 0,933$	$n_{e''} = n_{bf} = 0,430$

TABLEAU VI. — Coefficients de déformation

$\Phi_b^g = \Phi_{e''}^d = 0,3125$	$\Psi_{bf}^g = \Psi_{e''}^d = -0,250$	$\Delta_{bf}^g = \Delta_{e''}^d = 2,33$
$\Phi_{bf}^g = \Phi_{e''}^d = 0,1546$	$\Psi_{bf}^g = \Psi_{e''}^d = 0,1425$	$\Delta_{bf}^g = \Delta_{e''}^d = 0,952$
$\Phi_{c''}^g = \Phi_{d''}^d = 0,276$	$\Psi_{c''}^g = \Psi_{d''}^d = -0,00489$	$\Delta_{c''}^g = \Delta_{d''}^d = 0,910$
$\Phi_{c''}^g = \Phi_{d''}^d = 0,1378$	$\Psi_{c''}^g = \Psi_{d''}^d = 0,0779$	$\Delta_{c''}^g = \Delta_{d''}^d = 0,737$
$\Phi_{d''}^g = \Phi_{c''}^d = 1,605$	$\Psi_{d''}^g = \Psi_{c''}^d = -5,73$	$\Delta_{d''}^g = \Delta_{c''}^d = 35,50$
$\Phi_{d''}^g = \Phi_{c''}^d = 0,249$	$\Psi_{d''}^g = \Psi_{c''}^d = 0,175$	$\Delta_{d''}^g = \Delta_{c''}^d = 3,41$
$\Phi_{e''}^g = \Phi_{bf}^d = 0,2855$	$\Psi_{e''}^g = \Psi_{bf}^d = -0,136$	$\Delta_{e''}^g = \Delta_{bf}^d = 3,019$





N° 11 - 1950

Les formules (21) ou (23) donnent

$$\Delta_{b''}^g = 0,952.$$

En procédant ainsi de proche en proche, on détermine des coefficients similaires pour les éléments bc , cd , de et ef . On en déduit les tableaux V et VI, où sont indiqués en outre les coefficients déduits de la symétrie de la construction.

Pour faciliter l'utilisation de la symétrie nous mettrons en regard les points symétriques comme ci-dessous :

$$\frac{a''b'b''c''c''}{f'e''e'd''d''}.$$

d) Coefficients de répartition

En partant des valeurs trouvées ci-dessus, nous pouvons appliquer les équations (30) à (31') :

Les équations (30) du tableau III donnent

$$0,525 \bar{M}_{c'}^m + 0,426 \bar{Q}_{c'}^m = 0,249$$

$$0,426 \bar{M}_{c'}^m + 4,320 \bar{Q}_{c'}^m = 0,475$$

dont on tire :

$$\bar{M}_{c'}^m = 0,419 \quad \bar{Q}_{c'}^m = 0,0686.$$

Les autres équations nous donnent les valeurs $\bar{M}^q$ et $\bar{Q}^q$ relatives au nœud c . Le nœud d étant symétrique au nœud c , on en déduit immédiatement les coefficients correspondants à ce nœud (voir paragraphe 9) et l'on a :

$$\bar{M}_{c'}^m = -\bar{M}_{d'}^m = 0,419 \quad \bar{Q}_{c'}^m = -\bar{Q}_{d'}^m = 0,0686$$

$$\bar{M}_{c'}^q = -\bar{M}_{d'}^q = 0,288 \quad \bar{Q}_{c'}^q = -\bar{Q}_{d'}^q = 0,760$$

$$\bar{M}_{c''}^m = -\bar{M}_{d''}^m = -0,174 \quad \bar{Q}_{c''}^m = -\bar{Q}_{d''}^m = -0,0293$$

$$\bar{M}_{c''}^q = -\bar{M}_{d''}^q = -0,224 \quad \bar{Q}_{c''}^q = -\bar{Q}_{d''}^q = -0,0553$$

Aucun couple ou effort extérieur n'étant appliqué aux nœuds a , b , e et f , il n'y a pas lieu de déterminer leurs coefficients $\bar{M}$ et $\bar{Q}$.

e) Sollicitations aux nœuds

Nous appliquons la méthode exposée au paragraphe 10.

Les couples et efforts étant nuls aux nœuds a et b , on aura :

$$M_{2a''}^g = M_{2b'}^g = M_{2b''}^g = M_{2c'}^g = 0$$

$$Q_{2a''}^g = Q_{2b'}^g = Q_{2b''}^g = Q_{2c'}^g = 0.$$

Rappelons que :

$$\begin{aligned} -C_c &= 669 \text{ kgm} & -C_d &= -1\,669 \text{ kgm} \\ -U_c &= 757 \text{ kg} & -U_d &= -757 \text{ kg}. \end{aligned}$$

Les formules générales (34) et (35) donnent :

$$M_{2c'}^g = -669 \times 0,174 - 757 \times 0,224 = -285,8 \text{ kgm}$$

$$Q_{2c'}^g = -669 \times 0,0293 - 757 \times 0,0553 = -61,5 \text{ kg}.$$

Les formules (36) et (37) donnent

$$M_{2d'}^g = 0,185 \times 285,8 - 3,84 \times 61,5 = -183 \text{ kgm}$$

$$Q_{2d'}^g = -61,5 \text{ kg}.$$

Puis les formules générales (34) et (35) donnent

$$M_{2d'}^g = -0,520 \times 183 - 0,427 \times 61,5$$

$$+ 1\,169 \times 0,419 + 757 \times 0,288 = 587 \text{ kgm}$$

$$Q_{2d'}^g = -0,1135 \times 183 - 0,833 \times 61,5$$

$$+ 1\,169 \times 0,0686 + 757 \times 0,760 = 583 \text{ kg}.$$

L'on poursuit ainsi jusqu'à l'extrémité droite. Puis, partant de cette extrémité, nous appliquons les formules du paragraphe 10 et nous trouvons :

$$M_{2f'}^d = M_{2e''}^d = M_{2e'}^d = M_{2d''}^d = 0$$

$$Q_{2f'}^d = Q_{2e''}^d = Q_{2e'}^d = Q_{2d''}^d = 0.$$

Puis par les formules (34') à (37')

$$M_{2d'}^d = -373 \text{ kgm} \quad Q_{2d'}^d = -76 \text{ k}$$

$$M_{2e'}^d = -223 \text{ kgm} \quad Q_{2e'}^d = -76 \text{ k}$$

et ainsi de suite, jusqu'au nœud a .

Connaissant ces moments et poussées partiels on en déduit, par l'application du paragraphe 10, les valeurs ci-après :

$$M_{a''} = -384 \text{ kgm} \quad M_{b'} = 293 \text{ kgm}$$

$$Q_{a''} = Q_{b'} = 231,6 \text{ kg}$$

$$M_{b''} = -275 \text{ kgm} \quad M_{c'} = 350 \text{ kgm}$$

$$Q_{b''} = Q_{c'} = 532 \text{ kg}$$

$$M_{c''} = 160 \text{ kgm} \quad M_{d'} = 613 \text{ kgm}$$

$$Q_{c''} = Q_{d'} = 620 \text{ kg}$$

$$M_{d''} = 587 \text{ kgm} \quad M_{e'} = -372 \text{ kgm}$$

$$Q_{d''} = Q_{e'} = 583 \text{ kg}$$

$$M_{e''} = 280 \text{ kgm} \quad M_{f'} = -402 \text{ kgm}$$

$$Q_{e''} = Q_{f'} = 245 \text{ kg}$$

La connaissance de ces sollicitations permet de lever complètement l'hyperstaticité de la construction.



Les sollicitations en tête des colonnes se déduisent des relations générales (1) et (2), par exemple :

$$M_{d''} = M_{d'} - M_c' = 190 \text{ kgm}$$

$$Q_{d''} = Q_{d'} - Q_d' = -37 \text{ k.}$$

Deuxième application

Soit une travée dissymétrique (voir fig. 712), couverte par un arc parabolique à tirant; une des colonnes est articulée au pied.

Deux états de charge sont envisagés :

1) Une charge uniforme de 500 kg/m couvrant l'arc sur toute sa longueur et une autre charge de 500 kg/m couvrant la demi-largeur gauche de l'arc.

2) Une charge horizontale de 200 kg/m appliquée sur la colonne de droite et orientée de droite à gauche.

Caractéristiques de la construction

Tous les éléments ont le même moment d'inertie qui vaut 40 000 cm⁴; le tirant a une section $I_t = 5 \text{ cm}^2$.

Nous posons $j_{ab} = j_{ba} = 1$ d'où $j_{aA} = 0,6$.

Caractéristiques de l'arc : $f = 200 \text{ cm}$.

L'arc et le tirant sont constitués de la même matière, donc

$$\frac{E_t}{E_a} = 1$$

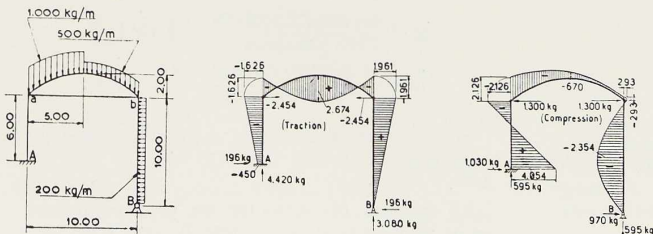
On a :

$$k = 15 + \frac{8 \times 200^2 \times 5}{40.000} = 55.$$

D'où

$$\varphi_{aa''} = \varphi_{bb'} = \frac{25 + 55}{8 \times 55} = 0,1818$$

$$\varphi_{ab} = \frac{-75 + 55}{24 \times 55} = -0,01515$$



$$\psi_{ab} = \psi_{ba} = \frac{5 \times 2}{55} = 0,1818$$

$$\delta_{ab} = \frac{8 \times 2^2}{55} = 0,582$$

Sollicitations de premier stade :

Premier état de charge :

$$Q_{1a'} = Q_{1b'} = \frac{500 \times 10^2}{8 \times 2} + \frac{500 \times 10^2}{16 \times 2} = 4690 \text{ k}$$

$$M_{1a''} = \frac{-500 \times 10^2}{64} = -781 \text{ kgm} \quad M_{1b'} = 781 \text{ kgm}$$

$$\text{D'où } -U_a = U_b = 4690 \text{ k} \quad C_a = C_b = 781 \text{ kgm.}$$

Deuxième état de charge :

$$M_{1b''} = \frac{200 \times 10^2}{8} = 2500 \text{ kgm}$$

$$Q_{1b''} = -\frac{500 \times 10 \times 5}{8} = -1250 \text{ k.}$$

$$\text{D'où } C_a = 2500 \text{ kgm} \quad U_a = -1250 \text{ k.}$$

Coefficients de sollicitation et de déformation

Pour la colonne aA on a (voir n° 6) :

$$\Phi_{a''} = 0,6 \quad \Psi_{a''} = 6 \times \frac{0,6}{2} = 1,8 \quad \Delta_{a''} = 36 \times \frac{0,6}{3} = 7,2$$

$$\text{D'où } \Phi_{a'b'}^g = 0,6 \quad \Psi_{a'b'}^g = 1,8 \quad \Delta_{a'b'}^g = 7,2.$$

Les formules (8) à (13) donnent :

$$\nu_{ab} = \frac{\varphi_{ab}}{\varphi_{aa''} + \Phi_{a''}^g} = \frac{-0,01515}{0,1818 + 0,6} = -0,0194$$

$$\Phi_{b'}^g = \varphi_{bb'} - \varphi_{ab} \nu_{ab} = 0,1818 - 0,01515 \times 0,0194 = 0,1815$$

$$\Psi_{b'}^g = (\Psi_{a'b'}^g - \psi_{ab}) \nu_{ab} - \psi_{ba}$$

$$= -(1,8 - 0,182) 0,0194 - 0,1818 = -0,2132$$

$$m_{ab} = -2,070 \quad \Delta_{b'} = 4,44 \quad \Psi_{b'}^q = -0,2132.$$

Partant de l'extrémité droite de la construction, nous appliquons les formules du n° 8, d'où

$$\Phi_{a''}^d = \varphi_{aa''} = 0,1818$$

$$\Psi_{a''}^d = h_b \varphi_{ba} - \psi_{ab} = -10 \times 0,01515 - 0,1818 = -0,3333$$

$$\Delta_{a''}^d = \delta_{ab} + h_b^2 (\varphi_{bb'} + \gamma_b) + 2 h_b \psi_{ba} = 0,582 + 100(0,1818 + 0,3333) + 2 \times 10 \times 0,1818 = 55,73.$$

Coefficients de répartition

Au nœud *a*, nous appliquons les formules (30') et (31') du tableau III.

On a :

$$\Phi_{a''} = 0,6 + 0,1818 = 0,782$$

$$\Psi_{a''} = 1,8 - 0,3330 = 1,467$$

$$\Delta_{a''} = 7,2 + 55,700 = 62,9.$$

D'où

$$0,782 \bar{M}_{a''}^m + 1,467 \bar{Q}_{a''}^m = -0,6$$

$$1,467 \bar{M}_{a''}^m + 62,90 \bar{Q}_{a''}^m = -1,8$$

$$0,782 \bar{M}_{a''}^q + 1,467 \bar{Q}_{a''}^q = -1,8$$

$$1,467 \bar{M}_{a''}^q + 62,90 \bar{Q}_{a''}^q = -7,2.$$

On en tire

$$\bar{M}_{a''}^m = -0,746 \quad \bar{Q}_{a''}^m = -0,0112$$

$$\bar{M}_{a''}^q = -2,182 \quad \bar{Q}_{a''}^q = -0,0635.$$

Au nœud *b* nous appliquons les formules du tableau IV (colonne *zZ*).

$$D_{b'} = 10^2 (0,3333 + 0,1815) + 20 \times 0,2132 + 4,44 = 60,18$$

$$\bar{Q}_{b'}^m = \frac{10 \times 0,1815 - 0,2132}{60,18} = 0,0337$$

$$\bar{M}_{b'}^m = 1 - 10 \times 0,0337 = 0,663$$

$$\bar{M}_{b'}^q = \frac{10(4,44 + 10 \times 0,2132)}{60,18} = 1,091$$

$$\bar{Q}_{b'}^q = 1 - \frac{1,091}{10} = 0,8909.$$

Premier état de charge

Première méthode. — Nous appliquerons le procédé donné sous le n° 10 sans tenir compte de la remarque faite au n° 11 quant à l'usage de la règle à calcul lorsque la construction comporte des arcs surbaissés.

Nous poserons donc pour le premier stade

$$-U_a = 4\,690 \text{ kg} \quad -U_b = -4\,690 \text{ kg}$$

$$-C_a = -C_b = -781 \text{ kgm.}$$

L'application du procédé exposé sous le n° 10 donne

$$M_{2a''}^g = -\bar{M}_{a''}^m C_a - \bar{M}_{a''}^q U_a = 0,746 \times 781 - 2,182 \times 4\,690 = -9\,648 \text{ kgm}$$

$$Q_{2a''}^g = -\bar{Q}_{a''}^m C - \bar{Q}_{a''}^q U_a = 0,0112 \times 781 - 0,0635 \times 4\,690 = -289 \text{ kg} = Q_{2a''}^g$$

$$M_{2b'}^g = -h_b Q_{a''}^g = 10 \times 289 = 2\,890 \text{ kgm.}$$

Partant de l'extrémité droite on trouve :

$$M_{2b'}^d = -\bar{M}_{b'}^m C_b - \bar{M}_{b'}^q U_b = -0,663 \times 781 - 1,091 \times 4\,690 = -5\,630 \text{ kgm}$$

$$Q_{2b'}^d = -\bar{Q}_{b'}^m C_b - \bar{Q}_{b'}^q U_b = -0,0337 \times 781 - 0,8909 \times 4\,690 = -4\,200 \text{ kg} = Q_{2a''}^d$$

$$M_{2a''}^d = \nu_{ab} M_{2b'}^d + m_{ab} Q_{2b'}^d = 0,0194 \times 5\,630 + 2,070 \times 4\,200 = 8\,810 \text{ kgm.}$$

Au total :

$$M_{2a''} = -9\,648 + 8\,810 = -838 \text{ kgm}$$

$$M_{2b'} = 2\,890 - 5\,630 = -2\,740 \text{ kgm}$$

$$Q_{2a'} = Q_{2b'} = -289 - 4\,200 = -4\,489 \text{ kg}$$

et en stade final on trouve :

$$M_{a''} = -781 - 838 = -1\,619 \text{ kgm}$$

$$M_{b'} = 781 - 2\,740 = -1\,956 \text{ kgm}$$

$$Q_{a''} = Q_{b'} = 4\,690 - 4\,489 = 201 \text{ kg}$$

On remarque que ce dernier chiffre est le résultat de la différence de deux autres très voisins et que par conséquent sa précision peut être insuffisante.

Nous recommencerons les calculs en tenant compte de la remarque du n° 11.

Deuxième méthode

La remarque du n° 11 donne :

$$M^{(ab)} = \frac{60 \times 2 \times 4\,690}{75 + 55} = 4\,330 \text{ kgm}$$

$$\Delta^{(ab)} = \frac{8 \times 2^2 \times 1 \times 4\,690}{75 + 55} = 1\,154.$$

Nous supposons le nœud *a* immobile et déplaçons le nœud *b* vers la droite sur une longueur $\Delta^{(ab)}$.

La colonne *bB* articulée au pied supportera, après déplacement de sa tête *b*, une réaction à



l'articulation égale à la poussée dans la colonne $Q'_{1b''}$, telle que

$$-Q'_{1b''} \times \frac{j_{bB} h_b^2}{3} = 1154$$

où

$$j_{bB} = 1, \quad h_b = 10$$

d'où

$$Q'_{1b''} = -34,62 \text{ kg}$$

et le moment correspondant en b''' vaut :

$$M'_{1b''} = -h_b Q'_{1b''} = 346,2 \text{ kgm.}$$

D'autre part les nouveaux moments de premier stade en a'' et b' deviendront :

$$M'_{1a''} = -781 - M^{(ab)} = -5111 \text{ kgm}$$

$$M'_{1b'} = 781 - M^{(ab)} = -3549 \text{ kgm.}$$

Après allongement, la poussée dans l'arc est devenue nulle par définition. Soit

$$Q'_{1a''} = Q'_{1b'} = 0.$$

On a donc, en partant du nouvel état de premier stade ci-dessus :

$$\begin{cases} C_a' = 5111 \text{ kgm} \\ C_b' = -3549 + 346,2 = -3203 \text{ kgm} \\ U_a' = 0 \quad U_b' = -34,62 \text{ kg.} \end{cases}$$

D'où l'on tire par l'application du n° 10 :

$$M_{2a''}^g = 0,746 \times 5111 - 2,182 \times 0 = 3815 \text{ kgm}$$

$$Q_{2a''}^g = 0,0112 \times 5111 - 0,0635 \times 0 = 57,2 \text{ kg}$$

$$M_{2b'}^g = -10 \times 57,2 = -572 \text{ kgm.}$$

Partant de l'extrémité droite on trouve :

$$M_{2b'}^d = 0,663 \times 3203 + 1,091 \times 34,62 = 2160 \text{ kgm}$$

$$Q_{2b'}^d = 0,0337 \times 3203 + 0,8909 \times 34,62 = 139 \text{ kg} \\ = Q_a^d$$

$$M_{a''}^d = 0,0194 \times 2160 - 2,070 \times 139 = -330 \text{ kgm.}$$

Par l'addition des résultats trouvés ci-dessus, on trouve :

$$M'_{2a''} = 3815 - 330 = 3485 \text{ kgm}$$

$$M'_{2b'} = -572 + 2160 = 1588 \text{ kgm}$$

$$Q'_{2a''} = Q'_{2b'} = 57,2 + 139 = 196,2 \text{ kg.}$$

Puis en stade final :

$$M_{a''} = M'_{1a''} + M'_{2a''} = -5111 + 3485 \\ = -1626 \text{ kgm}$$

$$M_{b'} = M'_{1b'} + M'_{2b'} = -3549 + 1588 \\ = -1961 \text{ kgm}$$

$$Q_{a''} = Q_{b'} = Q'_{1a''} + Q'_{2a''} = 0 + 196,2 = 196,2 \text{ kg.}$$

Pour calculer l'effort dans le tirant, cherchons au préalable la sollicitation de premier stade d'après la formule donnée en remarque au n° 11.

Soit :

$$N_{1ab} = \frac{(k-15)Q_{1a''}}{k+75} = \frac{(55-15)4690}{55+75} = 1443 \text{ kg.}$$

D'autre part :

$$N_{2ab} = [5(M'_{2a''} + M'_{2b'}) - 8fQ'_{2a''}] \frac{k-15}{8fk} \\ = [5(3485 + 1588) - 8 \times 2 \times 196,2] \frac{55-15}{8 \times 2 \times 55} \\ = 1011 \text{ kg.}$$

Effort final dans le tirant :

$$N_{ab} = N_{1ab} + N_{2ab} = 2454 \text{ kg.}$$

Poussée dans l'arc :

$$N_{ab} + Q_{2a''} = 2454 + 196 = 2650 \text{ kg}$$

Les sollicitations des autres parties de la construction peuvent découler de celles trouvées ci-dessus, par des simples calculs isostatiques.

Deuxième état de charge

$$\text{On a : } \begin{aligned} -C_a &= 0 & -C_b &= -2500 \text{ kgm} \\ -U_a &= 0 & -U_b &= 1250 \text{ kg} \end{aligned}$$

Les sollicitations dans l'arc et le montant aA étant nulles en premier stade, les sollicitations de second stade, dans ces éléments, seront celles de stade final.

C_a et U_a étant nulles, les valeurs M^g et Q^g seront nulles. On aura :

$$M_{b'} = M_{2b'}^d = -0,663 \times 2500 + 1,091 \times 1250 \\ = -293 \text{ kgm}$$

$$Q_{a''} = Q_{b'} = Q_{2a''}^d = Q_{2b'}^d = -0,0337 \times 2500 \\ + 0,8909 \times 1250 = 1030 \text{ kg}$$

$$M_{a''} = M_{2a''}^d = 0,0194 \times 293 - 2,070 \times 1030 \\ = -2126 \text{ kgm}$$

$$M_{b''} = -M_{b'} = 293 \text{ kgm.}$$

Traction dans le tirant : On a $N_{1ab} = 0$

$$N_{ab} = N_{2ab} = [5(M_{2a''} + M_{2b'}) - 8fQ_{2a''}] \frac{k-15}{8fk} \\ = [5(-2126 - 293) - 8 \times 2 \times 1030] \frac{55-15}{8 \times 2 \times 55} \\ = -1300 \text{ kg.}$$

Poussée dans la voûte :

$$-1300 + 1030 = 270 \text{ kg.}$$

E. R.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de septembre 1950

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Septembre 1950	357 742	224 421	582 163
Août 1950	269 707	215 199	484 906
Janv.-sept. 1950	2 595 488	1 741 696	4 337 184
Jan.-sept. 1949	2 933 881	1 825 755	4 759 636

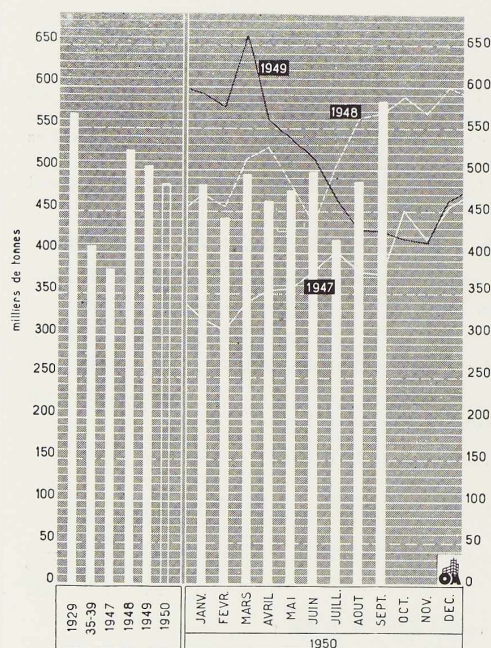


Fig. 715. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

La production de septembre se trouve au niveau de la période favorable de fin 1948-début 1949, sans toutefois atteindre le record de mars 1949, où la Belgique et le Luxembourg avaient produit au total 662 975 tonnes. A la cadence actuelle, on peut prévoir que le total de l'année sera voisin de celui de 1949, soit environ six millions de tonnes.

Notre sidérurgie aidera, par une production accrue, à normaliser la situation du marché, comme elle l'a déjà fait par sa politique des prix. On sait qu'à l'intérieur, les usines ont limité le prix de base à 3 900-4 000 francs. De même, à l'exportation, les producteurs belges et luxembourgeois se sont refusés de suivre des offres pressantes, de provenances diverses, dépassant des cours raisonnables.

La modernisation de nos usines suit son cours : le premier train semi-continu à bandes monté en Belgique, à l'Espérance-Longdoz, sera en marche pour novembre. Très prochainement, le train réversible à larges bandes, des usines Arbed, à Dudelange, fonctionnera également. Les installations de laminage à froid de ces bandes, de Ferblatil et Espérance-Longdoz, qui ont été essayées soit au moyen de produits laminés en France, soit de provenance américaine, pourront ainsi être alimentés d'une façon commerciale. La production des tôles fines sera accrue dans de fortes proportions avant la fin de l'année. Le nombre de hauts fourneaux à feu est de 46, pour la Belgique et de 25 au Grand-Duché.

En mitrailles, les approvisionnements se font de plus en plus difficiles, notamment en qualités pour four Martin. Après l'Allemagne et la Hollande, la France semble également vouloir s'opposer à l'exportation des mitrailles. Les prix sont toujours fermes et se tiennent aux environs de 1 300 francs la tonne.

Marché intérieur

Le marché est un peu plus calme que le mois dernier, grâce aux mesures prises par les producteurs. Les usines maintiennent un carnet de quatre à six mois et ne désirent pas inscrire de commandes à une plus longue échéance. Il en



résulte parfois des difficultés pour la remise de soumissions, de la part des constructeurs.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en août, le total de 107 492 tonnes, comprenant notamment :

	Moût	Juillet
Produits de la tôle	16 312	22 624
Accessoires mét. du bâtiment . .	8 420	6 850
Ponts et charpentes	15 529	9 460
Matériel de chemins de fer et tramways	2 375	1 078

L'activité des constructeurs varie selon les secteurs. Les ateliers de matériel roulant ont reçu commande, de la part de la S. N. C. B., de 40 autorails et de 50 remorques. Il y a toujours un certain chômage chez les constructeurs de charpentes spécialisés dans cette seule branche. En chaudronnerie, les installations pétrolières du port d'Anvers donnent de l'occupation à plusieurs ateliers.

Les chantiers navals ont enregistré la commande d'un pétrolier pour le Portugal et d'une coque de pétrolier de 16 000 tonnes, pour la Suède. Les constructeurs de bateaux fluviaux travaillent exclusivement pour la colonie et les réparateurs de navires et de matériel fluvial se plaignent du manque de commandes.

Marché extérieur

Nos exportations ont atteint, en septembre, 326 833 tonnes, contre 304 378 tonnes en juillet. Dans ce total, les pays suivants interviennent en premier lieu : Hollande, Etats-Unis, Angleterre, Suisse, Canada, Suède, Brésil. L'Angleterre et les pays scandinaves désirent augmenter leur contingent.

Les prix se maintiennent aux niveaux du mois précédent, mais en général les clients insistent plus sur les délais de fourniture qu'en ce qui concerne un avantage de cotations. Tous les pays exportateurs ont majoré leurs prix et le plus souvent ne cotent qu'avec des délais de 6 à 8 mois. Le rétablissement des licences d'exportation aux Etats-Unis et en France augmente les difficultés d'approvisionnement pour les pays importateurs.

L'Union des Tréfileries et Clouteries de Belgique, dont l'existence était déjà menacée, il y a un an, a cessé son activité à fin septembre; ses membres reprennent leur entière liberté tant à l'intérieur que sur les marchés d'exportation.

La sidérurgie dans le monde

Etats-Unis. — Toutes les usines utilisent l'entière capacité de production.

De janvier à août le tonnage total produit est de 63 370 000 tonnes métriques. Suivant ce rythme, les Etats-Unis pourraient dépasser, pour l'année entière, une production de 95 millions de tonnes métriques, ce qui constituerait un nouveau record.

Le programme de répartition du Gouvernement est attendu avec impatience.

Le 8 septembre 1950, le Président a signé le « Defence Production Act of 1950 » qui lui accorde des pouvoirs de priorités, allocations, contrôle des crédits, fixation des prix et salaires.

Le contrôle à l'exportation est entré en vigueur le 30 septembre. L'exportation de 36 catégories de produits est soumise à licence, sauf pour les envois vers le Canada. Le tonnage exporté en juin est de 238 000 tonnes métriques.

Un important tonnage d'acier sera nécessaire pour la construction de wagons de chemins de fer. D'après le programme établi, 10 000 wagons sont à construire par mois, avec une consommation d'acier fini de 250 000 tonnes.

Angleterre. — On sait que le Parlement a rejeté, par 306 voix contre 300, la motion de suspension présentée par l'opposition, au sujet de l'application de la loi portant nationalisation de l'industrie sidérurgique. Le Gouvernement a fixé au 15 février 1951 le transfert à l'Etat des avoirs des 92 sociétés touchées par cette loi. Dès le début d'octobre a été installé l'Office National de l'Acier, dont le Président est M. S. J. Hardie, Président du Conseil d'Administration de *British Oxygen* et le Vice-Président Sir John Grun, Directeur de *Thomas Brown and John Brown*, et Président de la Fédération des Industries Mécaniques. Le montant prévu pour l'indemnisation des actionnaires est de 300 millions de livres. Les sociétés garderaient leur entité propre et leur raison sociale. La nouvelle corporation se chargerait de l'orientation de la politique générale de production et du financement des entreprises. Les industriels et les partis politiques d'opposition n'ont cependant pas abandonné la lutte et ils critiquent âprement la composition de l'Office National qui vient d'être créé. Ce n'est qu'après de prochaines élections que ce problème, grave de conséquences, pourra trouver une solution définitive.

En attendant, la production est maintenue à une allure de record qui, pour le mois de septembre, s'est approchée de la cadence de 17 millions de tonnes par an. L'exportation a pris un tel volume, que le tonnage maritime s'avère insuffisant. Cette pénurie de fret est surtout sensible en ce qui concerne les envois vers l'Australie. L'Angleterre a exporté, pendant les huit



premiers mois de l'année, 1 976 000 tonnes contre 1 553 000 l'année passée. Pour la même période, les importations n'ont atteint que 553 000, par rapport à 972 000 en 1949.

Du 12 au 15 septembre s'est tenu, à Glasgow, le Congrès de l'*Iron & Steel Institute*. Neuf pays y prenaient part, le nombre de délégués étant de 500.

France. — Pour faire face à la demande accrue, la France met en activité, avec prudence d'ailleurs, sa réserve de potentiel de production. Ce potentiel est de 11 millions de tonnes, alors que la production n'a pas dépassé 8 millions de tonnes avant les récents événements. Rappelons que pour 1952, la France devait porter sa capacité de production à 12,5 millions de tonnes. A l'heure actuelle, les approvisionnements en coke et en mitrailles empêchent un accroissement rapide de la production. Au mois d'août, la France a produit 663 000 tonnes et la Sarre 177 000, soit sensiblement le même tonnage qu'en juillet. Les exportations françaises atteignent le rythme de trois millions de tonnes par an.

Les pourparlers relatifs au Plan Schumann ont rencontré de nouvelles difficultés. Après avoir étudié un système de péréquation des prix de revient qui intéresserait notamment la Belgique et l'établissement d'une période provisoire de mise en route dont les modalités n'étaient d'ailleurs pas encore fixées, la question de distribution des marchés a suscité une opposition imprévue que de nouvelles rencontres devront chercher à aplanir. Tout l'effort est porté sur la solution finale, les questions de détails concernant la période d'application provisoire était momentanément laissée en suspens.

Allemagne. — Les industriels ont enregistré avec satisfaction la liberté qui leur est accordée en ce qui concerne le volume de la production, et admettent que toute progression dans ce sens devra servir au programme de réarmement des puissances de l'Ouest. Le problème qui se pose, c'est l'augmentation des moyens de production. Il serait question de remettre en état l'usine Thyssen, partiellement démantelée, ce qui pourrait permettre de réaliser une production supplémentaire d'un million de tonnes d'acier par an.

L'Allemagne de l'Ouest a produit, en août, 1 087 547 tonnes d'acier, dont 585 277 tonnes de lingots Siemens-Martin et 452 481 tonnes de lingots Thomas. Ce tonnage, réalisé pendant le mois des congés, correspond à une production annuelle de 13 millions de tonnes.

Italie. — Il résulte d'une communication de la presse de M. Sinigaglia, Président de Finsider,

que le programme de modernisation des usines de ce groupe se poursuit rapidement : à Bagnoli, la nouvelle aciérie Thomas serait prête à fonctionner dès le début de 1951, et les laminoirs à billettes, ronds à béton et fil machine, pour le début du deuxième semestre 1951. A Carnigiano, on mettra en route, au courant de l'année prochaine, un train semi-continu à bandes à chaud, commandé en Amérique. La production de ces deux usines et d'une troisième, à Piombino, atteindra un total de 1 300 000 tonnes d'acier, à un prix de revient avantageux.

Japon. — Le Gouvernement a supprimé, depuis le 1^{er} juillet, les subventions accordées à l'industrie. En ce qui concerne la production d'acier, on espère atteindre en 1952, 3,5 millions de tonnes. Kaiser-Frazer, en accord avec une Société japonaise, installera une industrie automobile suivant les méthodes américaines.

Egypte. — Le 19 septembre a eu lieu à Paris une réception en l'honneur du Comité d'études égyptien pour la création d'une usine sidérurgique en Egypte. L'exploitation de cette usine sera basée sur les réserves de minerai existant dans le Nord, près d'Assouan. Il y avait d'ailleurs déjà, en 1940, un projet d'une usine sidérurgique à créer dans cette région.

Chili. — A Huachipato, près de Concepción, la Compania de Acero del Pacifico a commencé, en juillet, l'exploitation de la nouvelle aciérie, dont l'inauguration officielle devait avoir lieu en octobre. Alors qu'à l'origine la production de l'usine devait servir à la construction et à l'industrie transformatrice intérieures, on envisagerait actuellement l'exportation d'aciers marchands et de tôles galvanisées vers divers pays sud-américains, tels que la Colombie, le Pérou, l'Equateur. La production sidérurgique devrait assurer au Chili une économie de 14 millions de dollars de devises étrangères.

Canada. — Les réserves de minerai de fer du Labrador, estimées à 3 500 millions de tonnes, intéressent la sidérurgie des U. S. A. On envisage la construction d'un chemin de fer reliant ce gisement à la rivière Saint-Laurent.

Manifestation en l'honneur du Professeur Eugène François

L'Ossature Métallique a rendu compte, dans ses numéros 4 et 5-1950, de la manifestation qui a eu lieu, le 30 mars 1950, à l'occasion des 80 ans d'âge et des 60 ans de grade d'ingénieur du Professeur Eug. François.



La Chambre des Ingénieurs-Conseils de Belgique (C. I. C. B.) vient de publier une plaquette illustrée, d'une centaine de pages, artistiquement présentée, relatant les discours prononcés à la séance académique et au banquet, et donnant quelques lettres adressées en hommage au jubilaire.

Le Professeur G. Magnel à l'honneur

Le 18 octobre 1950, à Washington, en présence du Baron Silvercrux, Ambassadeur de Belgique, les dirigeants de l'Institut Franklin, de Pennsylvanie, ont remis à M. Gustave Magnel, Professeur à l'Université de Gand, une médaille d'honneur pour la contribution importante qu'il a apportée à l'étude et à la technique de la précontrainte.

Haut fourneau chauffé au bois

A la Luisenhütte, Werkheim (Allemagne), on vient d'achever les travaux de remise en état, commencés en 1939 et arrêtés pendant la guerre, du dernier haut fourneau chauffé au bois de la région rhéno-westphalienne. On entend ainsi sauver un monument culturel d'un intérêt historique indéniable.

L'acier dans les maisons d'habitation

La photographie figure 716 montre les fermes de toiture d'un immeuble d'habitation, actuellement en construction à Bruxelles. Ces fermes ont été réalisées en profilés métalliques.

Fig. 716. Fermes de toiture métallique d'un immeuble d'habitation à Bruxelles.

Photo Malevez.



Le Centre de Documentation Sidérurgique

A l'initiative du C.B.L.I.A. M. Pierre Chaumelle, Directeur du Centre de Documentation Sidérurgique de Paris (C.D.S.) a fait, en mai 1950, en Belgique, une série de conférences sur l'organisation et le fonctionnement du C.D.S. Le texte de son exposé vient de paraître sous forme d'un tiré à part de la C.I.T. (n° 3-4-5/1950).

Le C.D.S. fut créé en 1943; trois ans plus tard il enregistrait l'adhésion de l'ensemble des usines sidérurgiques belges et luxembourgeoises.

Une réplique du fichier C.D.S. existe actuellement au C.B.L.I.A. à la disposition des producteurs et des usagers de l'acier.

Les rubriques principales de la classification C.D.S. sont les suivantes :

- P — Elaboration et travail des métaux ferreux et produits connexes.
- U — Propriétés et emplois des métaux ferreux.
- C — Combustibles, chauffages.
- A — Analyse des métaux ferreux, laitiers et minerais. Radiographie. Micrographie. Photographie.
- M — Moteurs, génératrices, machines-outils, bascules, transport et manutention.
- D — Matériaux divers.
- Z — Divers.

Le C.D.S., dont les activités ne cessent de s'étendre, publie régulièrement des circulaires d'informations techniques et des bulletins analytiques. Il se charge également de la traduction de tous articles parus dans la presse technique étrangère publiés dans différents pays, y compris l'U.R.S.S. et le Japon.

15^e Congrès de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer, Rome 1950

Le 15^e Congrès de l'Association Internationale du Congrès s'est tenu à Rome, du 25 septembre au 4 octobre. Plusieurs pays, et notamment la Belgique, y furent représentés.

Parmi les problèmes techniques et économiques présentés au Congrès, signalons la communication du Professeur G. Polsoni sur les tendances modernes dans la construction des ouvrages d'art, en particulier des ponts.

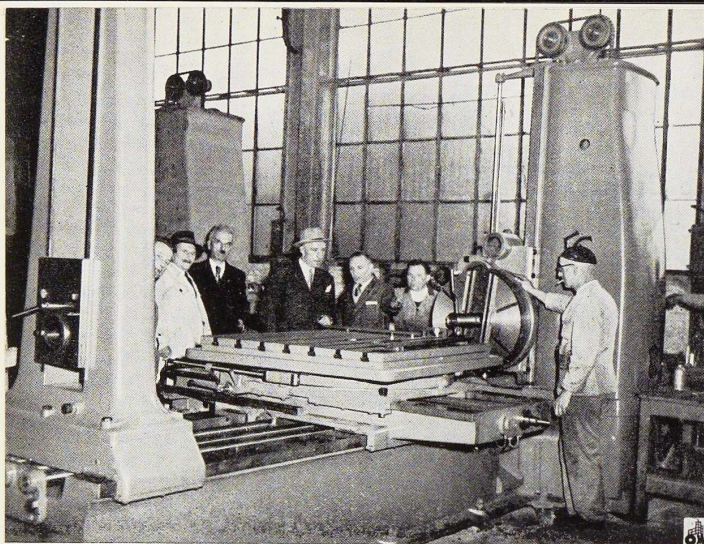


Fig. 717. Visite des participants au 3^e Congrès international des Fabrications mécaniques aux Forges de Gilly.

3^e Congrès international des fabrications mécaniques

Nous avons donné dans notre n° 10-1950 un compte rendu du 3^e Congrès organisé à Bruxelles, en septembre 1950, sous les auspices de Fabrimétal. Ci-après, nous donnons un extrait du discours de clôture prononcé par M. Bekaert, Président du Congrès :

« ... Mon intention n'est pas d'analyser *a posteriori* les divers exposés. Ce serait inutilement fastidieux. Néanmoins, il est un certain nombre de vérités éclatantes, si je peux dire, qui méritent d'être épinglées. Peu importe l'ordre dans lequel je vous les sou mets, à condition qu'elles soient correctement exprimées.

» La qualité de la matière première revêt une importance capitale dans la conception et dans la fabrication du produit. Il semble, pour ne pas dire il est certain, que les transformateurs estiment que tout n'est pas parfait dans ce domaine et qu'il importerait de faire en sorte que les fournisseurs de ces matières définissent plus clairement et plus efficacement les matériaux à transformer. J'ai constaté comme vous tous que ce problème a le don de mettre beaucoup d'animation dans les débats, ce qui est la preuve manifeste de son utilité. Comme l'a dit, je crois, M. Velter, le Comité d'organisation serait bien inspiré s'il envisageait de consacrer très prochainement un congrès spécial à son examen, car il comporte en soi des probabilités de progrès dont les mécaniciens ne peuvent pas faire fi et dont leurs fournisseurs pourraient utilement s'inspirer.

» On a mis en lumière également le rôle de la conception et de l'exécution rationnelle des produits et, à cet égard, il faut retenir qu'une usine forme un tout commandé par un chef et que le résultat à obtenir, si on veut que le produit réponde dans de bonnes conditions à de réels besoins, est que tous les services s'interpénètrent harmonieusement en ayant, du début à la fin, la même préoccupation à travers la même compréhension du but à atteindre.

» Je retiens aussi la belle démonstration qui nous a été faite de l'inutilité et même du danger d'une trop systématique recherche de la fabrication théoriquement parfaite. Trop souvent, elle ne correspond pas aux possibilités humaines et, par-dessus le marché, elle augmente dans des proportions formidables le coût du produit.

» On a beaucoup parlé, et à juste titre, de l'importance et de l'efficacité du contrôle des fabrications. On a mis en lumière que la précision des machines et des outils, de même que le progrès accompli dans l'utilisation des appareils de mesure, permettent de rationaliser les contrôles et de faire en sorte qu'ils ne deviennent pas un obstacle déterminant à l'une des conditions qu'impose la qualité : celle d'être économiquement accessible.

» Enfin, j'apprécie beaucoup que ce congrès, organisé par des chefs d'entreprises, ait songé, ce qui est caractéristique de l'évolution de notre temps, à ne pas considérer seulement le côté technique des choses mais aussi l'aspect humain de tout travail collectif, qu'il soit industriel ou autre. Plus les moyens mis à notre disposition sont nombreux et grands, plus il est nécessaire de créer un climat et une volonté de bien faire. Cette profonde vérité a été dite dans une assemblée d'industriels qui ont conscience d'être avant tout des conducteurs d'hommes. Il n'est pas mauvais sans doute, compte tenu de la mauvaise réputation que certains milieux nous accordent trop facilement, de mettre en évidence cette préoccupation que nous avons.

» ... J'é mets donc le souhait que notre Comité d'organisation se réunisse assez rapidement et qu'il fasse à nos diverses fédérations des propositions précises sur lesquelles elles auront à se prononcer en temps voulu. »



Nouveau procédé d'extrusion à froid

Aux Etats-Unis, on utilise actuellement un procédé d'extrusion à froid inventé par les Allemands au cours de cette deuxième guerre mondiale pour la fabrication d'obus. Ce procédé permet de gagner du temps et de réduire les pertes d'acier. C'est grâce à des matrices spéciales résistant à ces efforts considérables que ce procédé a pu être réalisé pratiquement. En effet, la pression appliquée par ces presses hydrauliques atteint 140 kg/mm^2 . Les Etats-Unis envisagent d'appliquer ce procédé également à de nombreuses fins pacifiques.

(D'après *Iron Age*, 21-9-1950.)

Congrès sur la Recherche dans le bâtiment - Londres 1951

Un Congrès sur la Recherche dans le bâtiment se tiendra à Londres du 11 au 20 septembre 1951. Ce Congrès, qui aura comme siège l'*Institution of Civil Engineers*, à Londres, s'encadrera dans les manifestations du *Festival of Britain*, 1951. Le but du Congrès est de passer en revue les progrès accomplis dans la recherche concernant l'architecture, le bâtiment et les branches connexes du Génie civil.

Tous renseignements sur le programme et les travaux du Congrès peuvent être obtenus en s'adressant au Bureau de presse du *Department of Scientific and Industrial Research*, 5-11, Regent Street, Londres S.W.1.

ECHOS ET NOUVELLES

Centrale électrique des Charbonnages André-Dumont à Waterschei (fig. 718)

La S. A. des Anc. Etabl. Paul Wurth, à Luxembourg, en collaboration avec le Bureau Technique Cribla, à Bruxelles, étant chargée de la construction de la Centrale électrique des Charbonnages André-Dumont, à Waterschei, on nous signale que les travaux de montage sont déjà fort avancés.

Les cadres de cette charpente sont entièrement soudés et frappent par leurs dimensions.

La charpente, d'un poids total de 6 000 tonnes, couvrira une surface de $9\,300 \text{ m}^2$.

Construction d'un gazomètre à Bruxelles

La Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi a été chargée de la fourniture du montage d'un gazomètre à quatre levées à guides hélicoïdales,

du système Balfour-Lecocq, de $125\,000 \text{ m}^3$ de volume utile. Ce gazomètre, qui sera le plus grand en Belgique, sera installé sur les terrains de la Société Bruxelloise du Gaz.

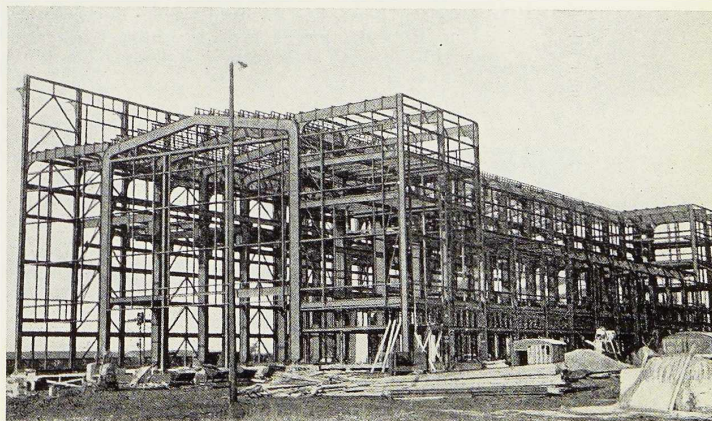
Travaux de la Jonction Nord-Midi à Bruxelles

La Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi a entamé le montage des tabliers métalliques faisant l'objet de l'entreprise des 4^e et 5^e phases du surélévement des voies, en gare de Bruxelles-Midi. Ces travaux, commencés par cette Société en 1936, seront terminés en 1951.

A ce jour, la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi a fourni et monté aux chantiers de Bruxelles-Midi environ 12 300 tonnes d'ossatures diverses : tabliers à béquilles, abris parapluies, flèches supports de caténaires, poutrellage des plates-formes.

Fig. 718. Charpente métallique de la Centrale électrique des Charbonnages André-Dumont à Waterschei.

Constructeur : S. A. des Anciens Etablissements Paul Wurth.



Bibliothèque

Nouvelles entrées ⁽¹⁾

« Hütte » (Manuel de l'Ingénieur), tome III (première partie)

Un volume relié de 455 pages, format 12 × 19 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1950. Prix : 14 D. M.

La 27^e édition de cette partie du manuel *Hütte*, universellement connu et employé, vient de sortir de presse. Ce volume, qui s'adresse tout spécialement à l'ingénieur des constructions civiles, contient de nombreux remaniements par rapport à l'édition précédente par suite de la parution des nouvelles normes et ordonnances.

Après l'étude des systèmes portants, statiquement déterminés et hyperstatiques, l'ouvrage expose les méthodes de construction utilisées pour les appliquer aux ponts.

La construction des charpentes de bâtiments et les fondations feront l'objet des parties 2 et 3 de ce même tome.

Steel and Ships (L'Acier et les bateaux)

par Sir Allan GRANT.

Un ouvrage relié de 87 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 46 figures. Edité par Michael Joseph, Londres, 1950. Prix : 15 shillings (Envoyé par le British Council).

Dans cet ouvrage, l'auteur retrace l'histoire des Usines et Chantiers Navals John Brown & Co Ltd, dont il a été, pendant plusieurs années, directeur. Petit atelier de Sheffield au début du XIX^e siècle, la Société John Brown est devenue, à l'heure actuelle, une des plus importantes entreprises industrielles de Grande-Bretagne. C'est sur ses chantiers qu'ont été construits notamment les paquebots géants *Queen Mary* et *Queen Elizabeth*.

Ilva-Alti forni e acciaierie d'Italia 1897-1947 (Hauts Fourneaux et Aciéries d'Italie, Ilva)

Un volume relié de 370 pages, format 24 × 34 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la Société Ilva.

Cet ouvrage, artistiquement présenté, a été publié à l'occasion du Jubilé d'Or de la Société Ilva. Il relate, par le texte et l'image, les fastes de cette Société sidérurgique italienne depuis un demi-siècle.

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre salle de lecture, 154, avenue Louise, à Bruxelles, ouverte de 9 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis de 9 heures à midi).

Die Grauguss-Gasschweissung leicht gemacht (Comment souder facilement la fonte grise par le procédé autogène)

par F. WUTTKE.

Un ouvrage de 90 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 135 figures. Edité par C. Marhold, Halle-Saale. Prix : 6,75 D. M.

Tous les ouvrages traitant de ce sujet insistent sur la nécessité d'une longue expérience pour la soudure de la fonte grise. C'est précisément en se basant sur son expérience de 30 années que l'auteur a rédigé cette brochure, agrémentée d'humour.

Après avoir exposé les difficultés et les moyens de les surmonter, M. Wuttke expose diverses réalisations et applications pratiques.

The Story of Steel (L'Histoire de l'Acier)

par Max DAVIES.

Un ouvrage relié de 96 pages, format 18 × 24 cm, illustré de 86 figures. Edité par la Burke Publishing Co Ltd, Londres, 1950. Prix : 7 s. 6 d.

L'ouvrage de Max Davies est consacré à l'histoire de l'acier. Qu'est-ce que l'acier ? Comment est-il obtenu ? Qui l'a inventé ? Comment l'utilise-t-on ? Autant de questions auxquelles l'auteur s'est efforcé de répondre avec précision et clarté. Son ouvrage, abondamment illustré, retiendra l'attention de tous ceux qu'intéressent les progrès de l'industrie sidérurgique.

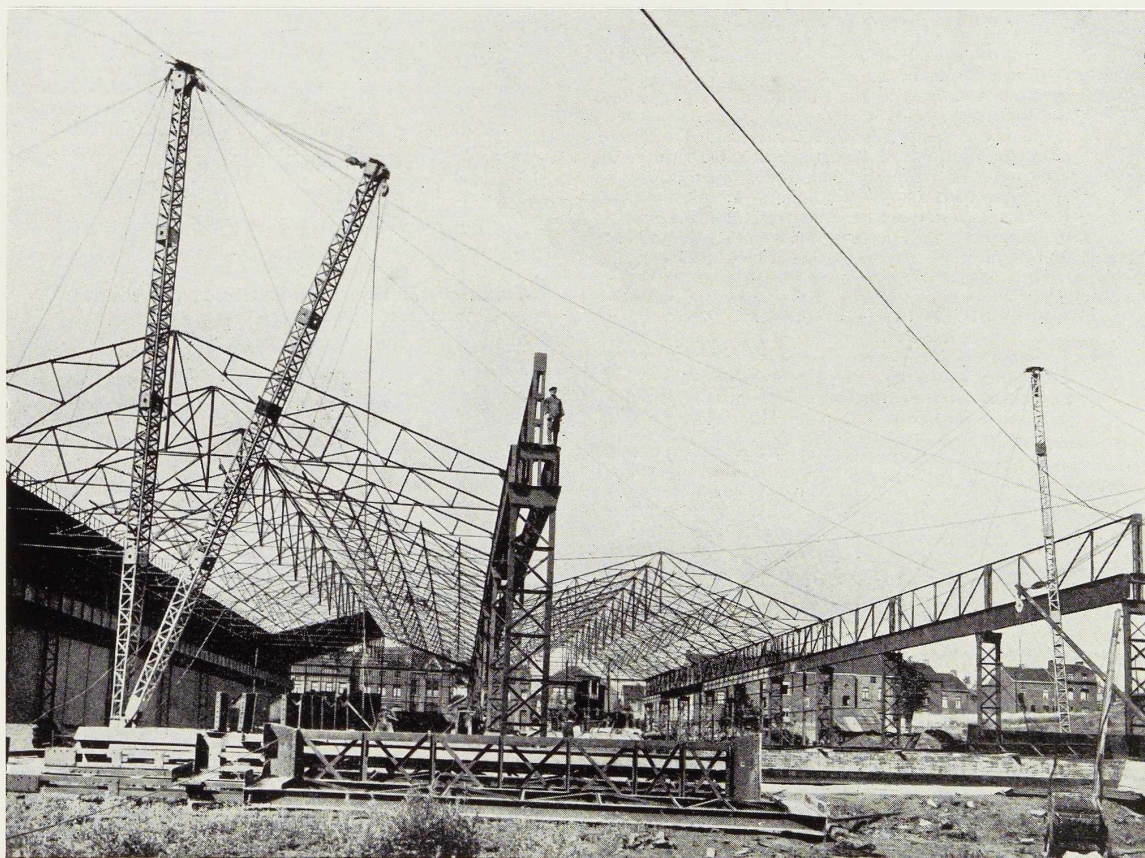
Canadian Steel Construction (La Construction métallique canadienne)

Un ouvrage de 160 pages, format 15 × 23 cm. Edité par le Canadian Institute of Steel Construction, Toronto. Prix : \$ 1,50.

Ce manuel contient les renseignements les plus fréquemment utilisés par les ingénieurs-construc-teurs et notamment les caractéristiques des profilés en acier, laminés au Canada. On y trouve en outre des tableaux relatifs aux constructions mixtes acier-béton.



CHEVALEMENTS ET PYLONES
GAZOMÈTRES ET RÉSERVOIRS
PONTS ET CHARPENTES
ACIERS MOULÉS ET FORGÉS



Charpente de 6 000 m² construite et montée par nos soins, aux Laminoirs et Boulonneries du Ruau à Monceau-sur-Sambre.

VOITURES ET WAGONS
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES
LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

BAUME & MARPENT

SOC. AN. HAINE-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (BELGIQUE) MARPENT (NORD-FRANCE)

The Practical Application of Acoustic Principles (Applications pratiques des principes d'acoustique)

par D. J. W. CULLUM.

Un ouvrage de 200 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 104 figures. Edité par E. & F. N. Spon, Ltd. Londres, 1949. Prix : 16 shillings.

Le but de ce livre est de fournir à l'ingénieur et au technicien, sous une forme concise, une documentation utile sur l'isolation acoustique des bâtiments.

Parmi les chapitres de cet intéressant ouvrage, citons notamment les suivants : Nature du bruit — Quelques défauts acoustiques spécifiques — Murs et cloisons — Planchers et plafonds — Portes et fenêtres — Théâtres et Cinémas — Acoustique des petites pièces — Coefficients d'absorption — Isolation des machines, etc.

The Engineers (Les Ingénieurs)

par Harold NOCKOLDS.

Un ouvrage relié de 107 pages, format 17 × 24 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la Shell Petroleum Company, Londres, 1949.

Cet ouvrage relate les travaux réalisés pendant la deuxième guerre mondiale par les ingénieurs de la Société Shell. On y trouve d'intéressantes données sur quelques ouvrages remarquables, tels le pipe-line sous la Manche (Pluto).

Publications de l'O. T. U. A.

L'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (O. T. U. A.) nous a envoyé deux intéressantes brochures sur les emplois de l'acier à la ferme.

Ce sont :

- *Code pratique de l'utilisation de l'acier à la ferme.*
- *L'acier au service de l'équipement rural - Généralités.*

Residual Stresses in Metals (Tensions résiduelles dans les métaux)

par W. Marsh BALDWIN Jr.

Une brochure de 48 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 54 figures. Editée par l'A. S. T. M., Philadelphie (U. S. A.), 1949. Prix : \$ 1.00.

Le but de la brochure du professeur Baldwin est de montrer les différences fondamentales existant entre le processus de développement des tensions internes par les procédés de travail à froid (laminage, étirage, extrudage, etc.), les traitements techniques, la fonderie et le soudage. L'auteur examine ensuite, en les commentant, les méthodes employées pour évaluer les tensions résiduelles.

The Properties of Metallic Materials at low Temperatures, vol. I (Les propriétés des matériaux métalliques aux basses températures)

par P. LITHERLAND TEED.

Un volume relié de 222 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 8 figures. Edité par Chapman & Hall, Ltd., Londres, 1950. Prix : £ 1.1.0. (envoyé par le British Council).

Dans ce volume, publié sous les auspices de la Royal Aeronautic Society, l'auteur passe en revue les ouvrages sur l'influence des basses températures sur les propriétés mécaniques des métaux. Son travail constitue une appréciation critique de l'état présent de nos connaissances dans ce domaine.

Le livre se réfère aux métaux ferreux et non ferreux.

Welding - Design and Processes (La soudure - Conception et Procédés)

par B. Richard MILTON.

Un ouvrage relié de 342 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 168 figures. Edité par Chapman & Hall, Ltd., Londres, 1950. Prix : £ 1.16.0. (Envoyé par le British Council.)

L'ouvrage de l'ingénieur-conseil Richard Milton étudie les différents aspects de la technique de soudure. Il concerne tout spécialement le procédé de soudure à l'arc électrique. Les différents chapitres de ce volume, étayés par une documentation solide et abondamment illustrée, ont pour titre : Considérations générales — Calcul des cordons de soudure — Matériaux, soudabilité et électrodes — Traitements thermiques — Préparation des matériaux — Préparation des plans — Spécifications, contrôle et essais — Exemples de constructions soudées — Procédés de soudure.

Communications de la Commission nationale suédoise de la Recherche sur le Bâtiment

La Commission nationale suédoise de la Recherche sur le Bâtiment nous a envoyé trois de ses publications. Ce sont :

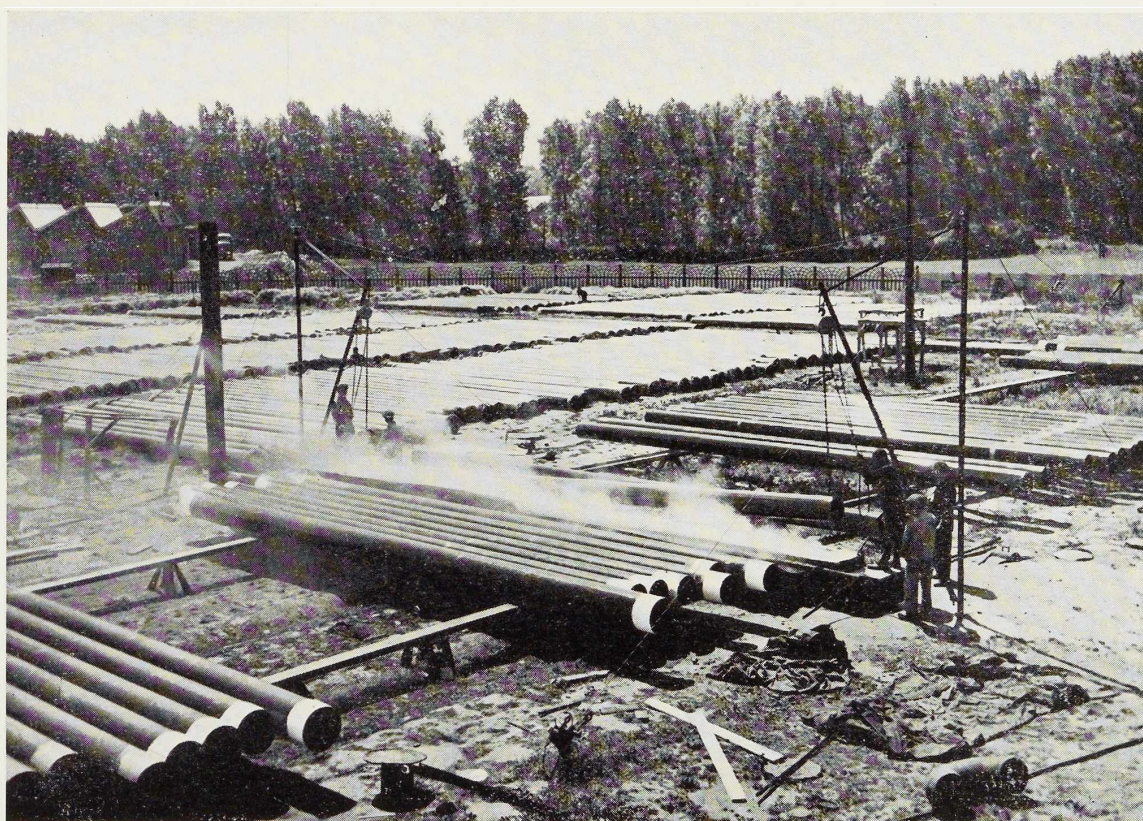
N° 16. *Färger för målning av trä utomhus* (Peintures pour l'extérieur des maisons), par B. ANDERSON et P. NYLÉN. Prix : 5 couronnes.

N° 17. *Arbelssteknik vid egentliga byggnadsarbeten för bostadshus* (Organisation et méthodes de travail dans la construction des maisons d'habitation), par M. JACOBSON. Prix : 7 couronnes.

N° 18. *Byggnadsteknisk ljusekonomi* (Technique économique d'installations d'éclairage dans le bâtiment), par HARRY KREUGER. Prix : 5 couronnes.

Ces publications, éditées par le *Statens Kommitté för Byggnadsforskning*, à Stockholm, en 1950, sont accompagnées d'un résumé en langue anglaise.





Conduite forcée de 13 km de longueur, fournie au Congo belge. Pression d'essai : 30 kg/cm².

ATELIERS DE BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

192, CHAUSSÉE DE LOUVAIN, VILVORDE

Téléphone : Bruxelles 15.20.96, Vilvorde 51.00.36

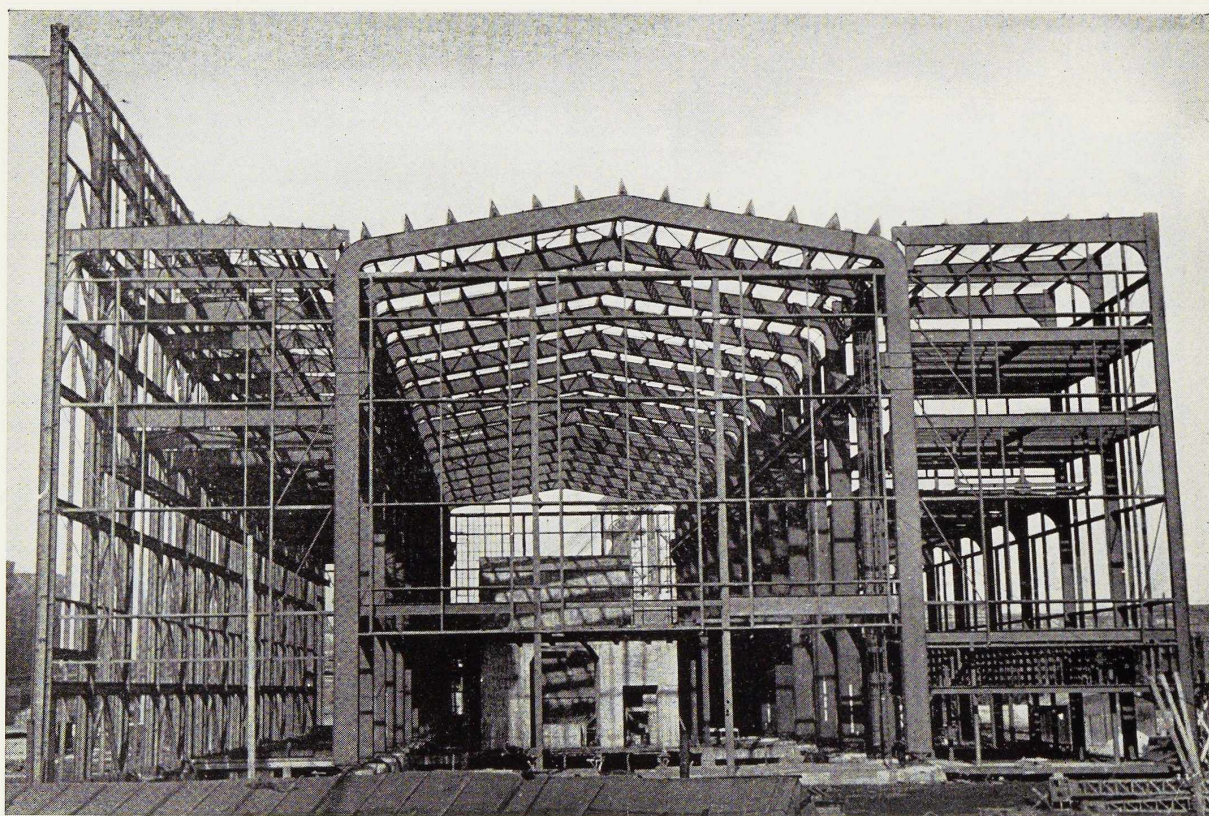
PONTS, CHARPENTES, CHAUDRONNERIE,
TANKS, MATÉRIEL POUR HUILIERIES,
USINES A CAOUTCHOUC, SÉCHOIRS A CAFÉ.

USINE A BOECHOUT

27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS

Téléphone : Anvers 81.27.99

TOLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHASSIS MÉTALLIQUES.



CENTRALE ÉLECTRIQUE DES CHARBONNAGES ANDRÉ-DUMONT A WATERSCHEI

OSSATURE MÉTALLIQUE, ENTIÈREMENT SOUDÉE
EN COURS DE MONTAGE
EXÉCUTÉE EN COLLABORATION AVEC LE
BUREAU TECHNIQUE **CRIBLA**, S.A, BRUXELLES
POIDS 6 000 TONNES



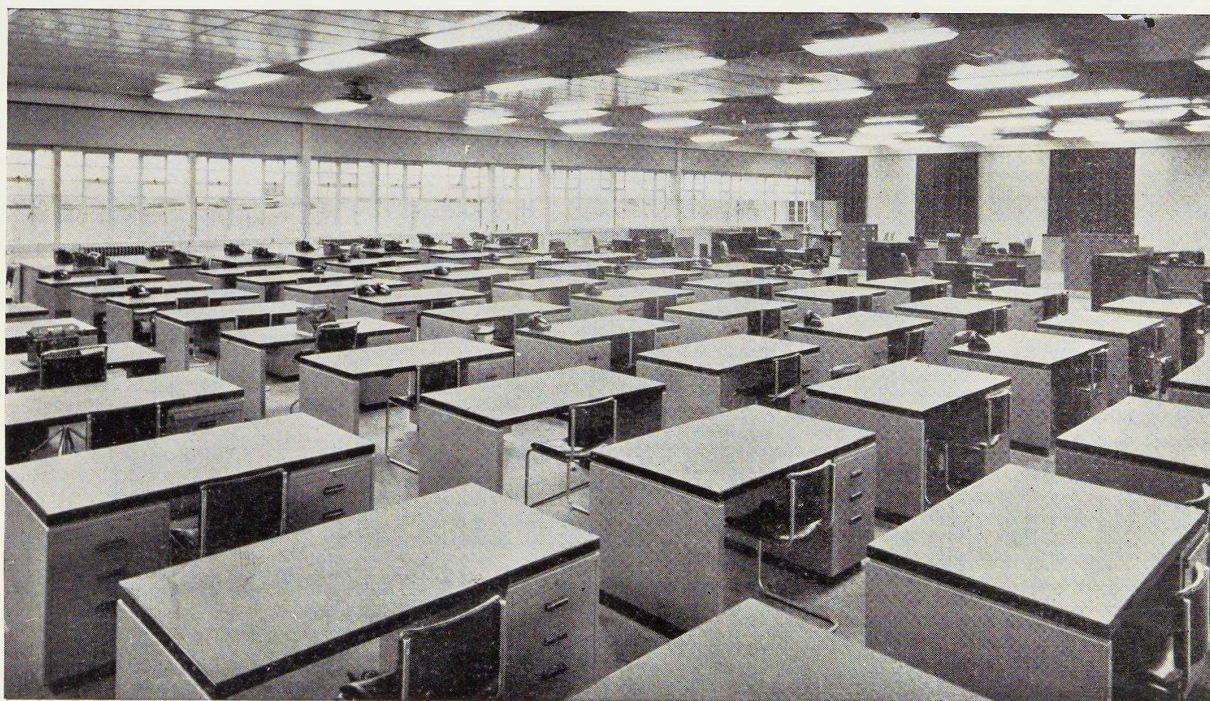
SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
PAUL WURTH
LUXEMBOURG

TÉLÉPHONE : 23.22 - 23.23 ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PEWECO - LUXEMBOURG

RONEO

EQUIPEMENT
EN ACIER



INSTALLATION RONEO

Concevoir un plan prévoyant l'utilisation la plus effective d'un espace disponible est un des problèmes qui préoccupent toujours l'architecte. Ce problème exige la coopération de spécialistes et, dans ce domaine, l'expérience de Roneo est sans égale.

C'est avec plaisir que Roneo répond à l'invitation d'assister à l'élaboration d'un tel plan.

Au moment d'organiser une entreprise disposant d'un espace désigné d'avance, Roneo peut faire son projet « sur mesure », qui exploitera au maximum les possibilités de l'emplacement fixé.

D'autre part, s'il s'agit d'améliorer la disposition de l'organisation existante, c'est toujours gracieusement que vous seront donnés les conseils de Roneo.

Roneo fabrique : bureaux, tables, comptoirs, armoires, classeurs, le tout en acier, et répondant toujours aux besoins de toutes installations, grandes ou petites.

HERINCX-RONEO, S. A. 8-10, rue Montagne-aux-Herbes-Potagères, BRUXELLES - Tél. 17.40.46 (3 lignes)

Succursales : ANVERS, tél. 33.34.41 — LIEGE, tél. 23.81.08 — GAND, tél. 504.19 — Grand-Duché de Luxembourg : G. FABER, Mersch, tél. 75

(HAMEBEL S.A.)

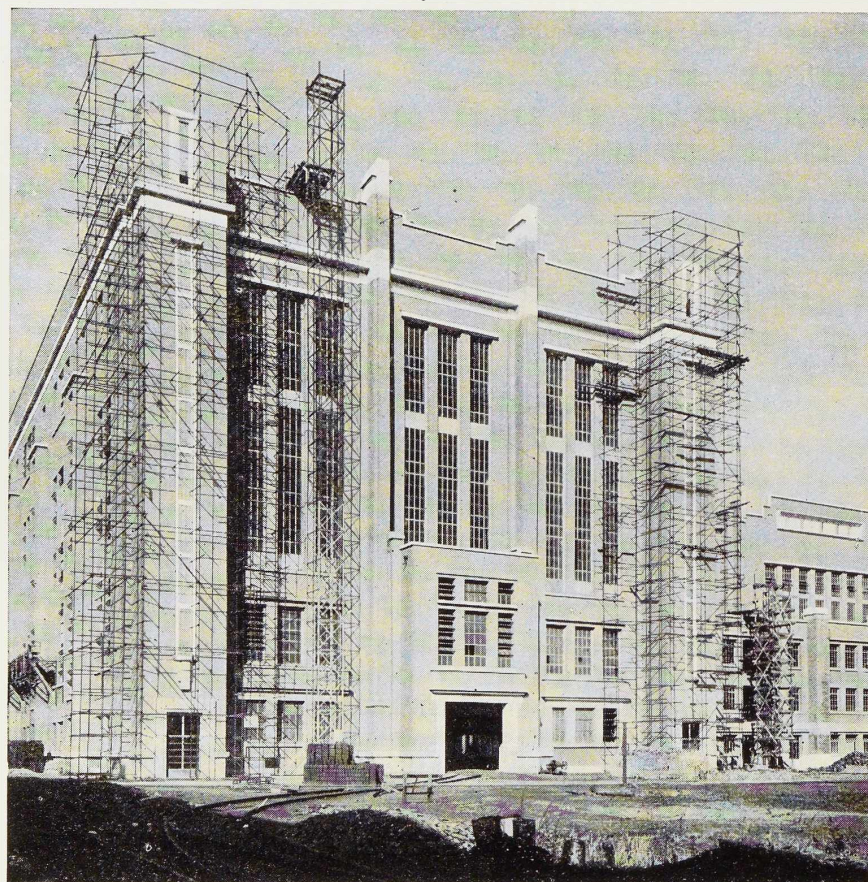
VILVORDE

Centrale électrique
de Droogenbosch,
architecte

M. DHUICQUE

Vue de l'extension
de la centrale N° 2.
La partie ancienne de
cette Centrale est éga-
lement équipée en-
tièrement de châssis

HAMEBEL



*encore une référence de plus
la qualité toujours la qualité*



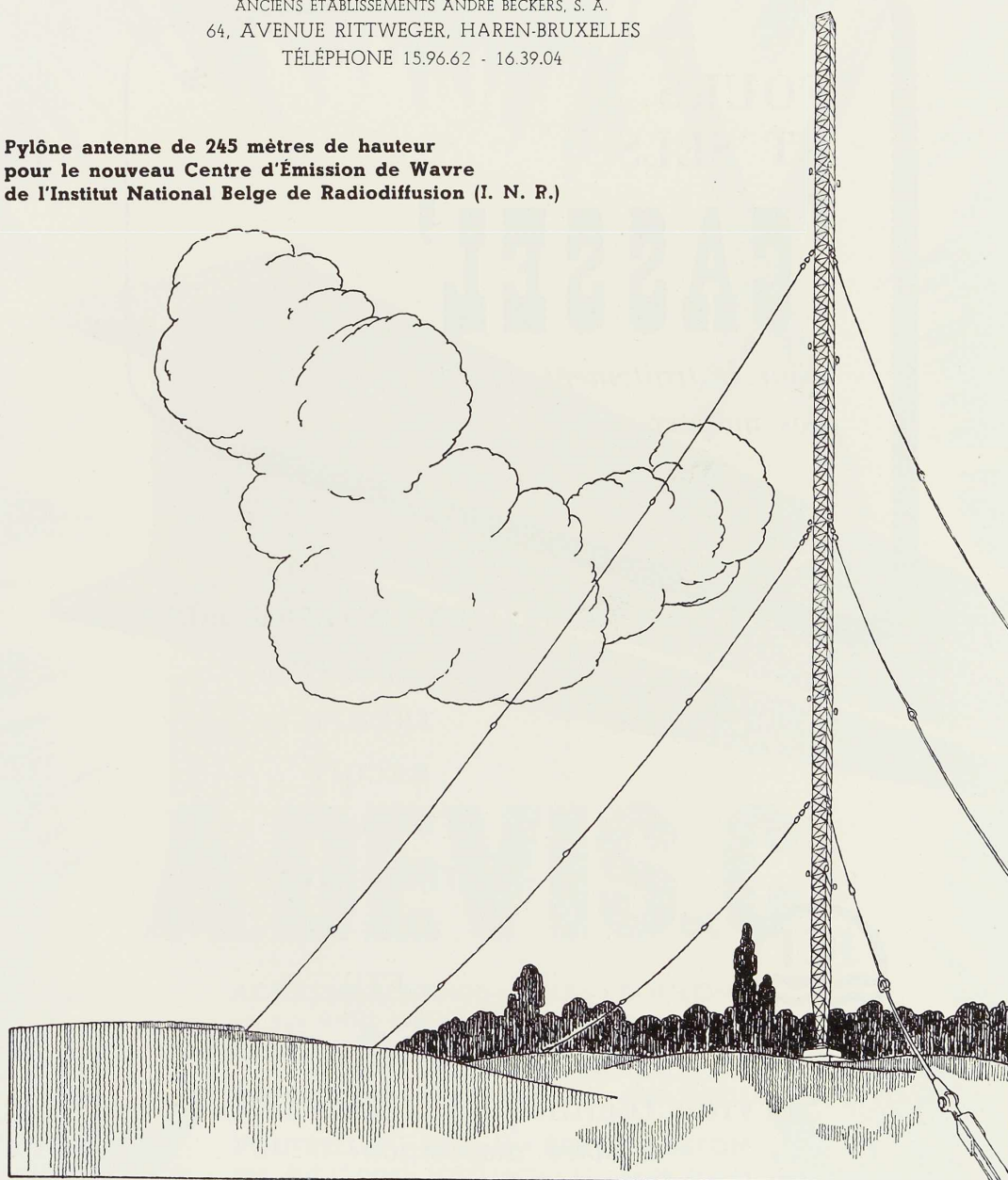
Usines à Vilvorde
Tél.: 15.84.24
15.99.20

Bureaux à Bruxelles
27, rue Royale
Tél.: 17.47.40
17.21.81

LA CONSTRUCTION SOUDÉE

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ANDRÉ BECKERS, S. A.
64, AVENUE RITTWEGER, HAREN-BRUXELLES
TÉLÉPHONE 15.96.62 - 16.39.04

**Pylône antenne de 245 mètres de hauteur
pour le nouveau Centre d'Émission de Wavre
de l'Institut National Belge de Radiodiffusion (I. N. R.)**



PYLONES - CHARPENTES - APPAREILS DE LEVAGE
CHAUDRONNERIE - EMBOUTISSAGE

FOURS
ET SELS

'CASSEL'

*pour le traitement thermique
des métaux*



PRECHAUFFAGE
TRAITEMENT THERMIQUE
CEMENTATION
TREMPE
RECUIT
REVENU
NITRURATION
BRASAGE
ETC.



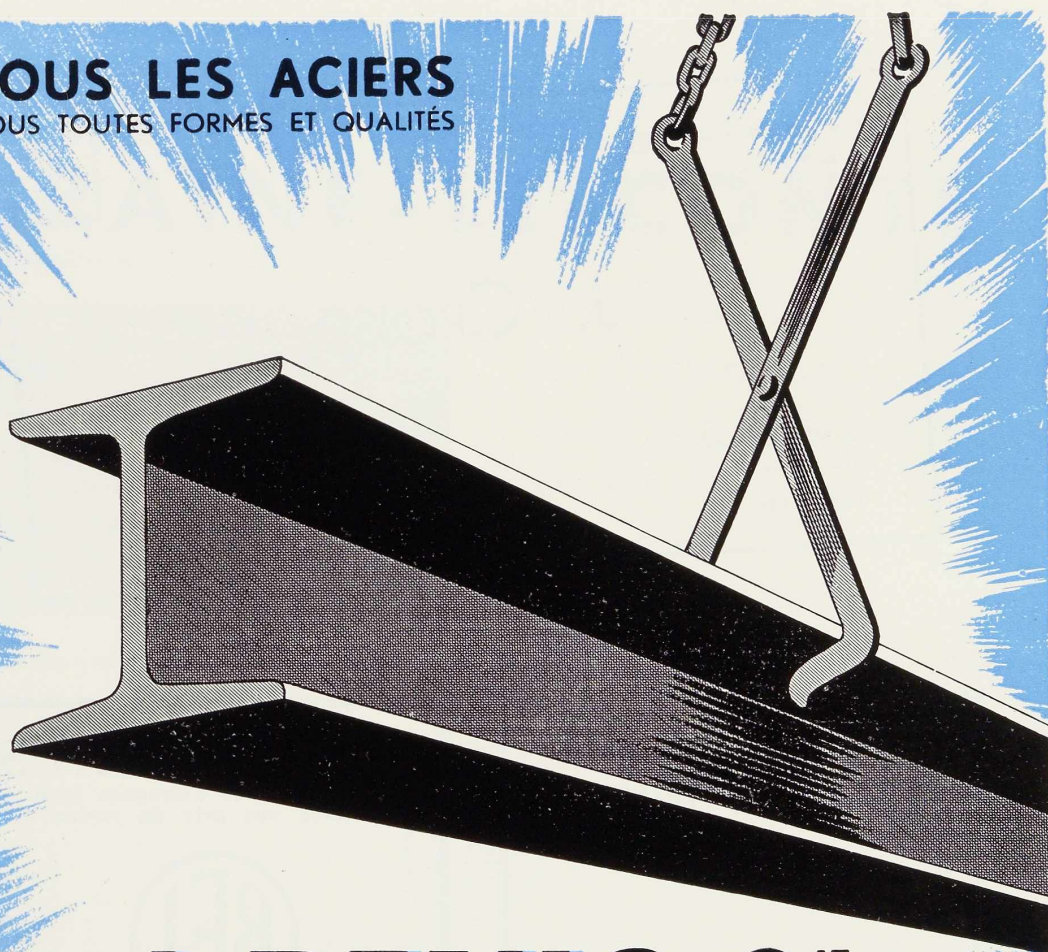
Service technique "CASSEL"
à votre disposition

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (BELGIUM) S. A.
(Agents Généraux d'Imperial Chemical Industries Ltd.)

SHELL BUILDING

BRUXELLES

TOUS LES ACIERS
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS



A.DEVIS.C^{IE}

ACIERS MARCHANDS • TOLES • BOULONS

43, RUE MASUI • BRUXELLES • TÉL. : 15.49.40 (6 lignes)

ACIERS SPÉCIAUX • OUTILS

158, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél : 43.50.20 (6 l.)

POUTRELLES • FERS U • RONDS A BETON

296, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél. : 44.48.50 (6 l.)

COUVERTURES
MÉTALLIQUES

J. CROISÉ

6, SQUARE MARGUERITE
TÉL. : 33.66.45
BRUXELLES

INSTALLATIONS SANITAIRES
PRIVÉES ET INDUSTRIELLES

ASSOCIATION INTERNATIONALE
DES PONTS ET CHARPENTES

Congrès de Liège 1948

PUBLICATION PRÉLIMINAIRE

1 vol., 697 pages
Frs belges 400,—

RAPPORT FINAL

1 vol., 736 pages
Frs belges 550,—

Veuillez adresser vos commandes à la revue
L'Ossature Métallique, 154, avenue Louise,
Bruxelles.

C. C. P. 340.17

INDUSTRIELS

La concurrence s'annonce âpre.
Abaissez vos prix de revient !



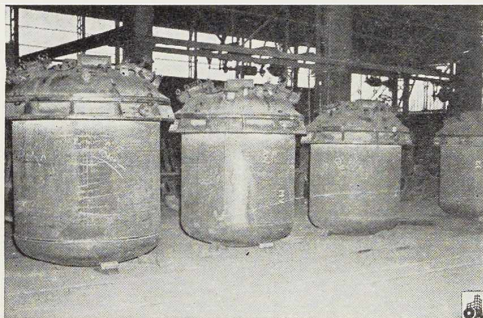
Spécialisé en
ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
THERMO - DYNAMIQUE
GÉNIE CIVIL
se charge d'étudier
l'ORGANISATION
l'AMÉLIORATION
la TRANSFORMATION
l'AGRANDISSEMENT
de vos usines

Bureau d'Etudes Industrielles **F. COURTOY**
S. A. — 43, rue des Colonies, BRUXELLES

USINES DE BRAINE-LE-COMTE

SOCIÉTÉ ANONYME

TÉL. BRAINE-LE-COMTE N° 7



RÉSERVOIRS A PRESSION SOUDÉS DESTINÉS A L'INDUSTRIE CHIMIQUE

MATÉRIEL ROULANT
PONTS ET CHARPENTES
CHAUDRONNERIE RIVÉE ET SOUDÉE
APPAREILS DE VOIE
MÉCANIQUE
MANUTENTION



TÉLÉGRAPHIEZ OUTRE-MER

"VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE
ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES
DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE
BELGE

TÉLÉPHONES

ANVERS
BRUXELLES
LIÈGE
GAND

33.99.50
TELEX 11
12.30.00
TELEX 2
23.58.70
584.75

TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT

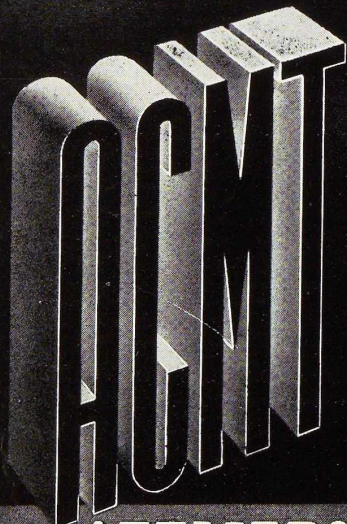
S. A. L'INDUSTRIELLE BORAINÉ, QUIÉVRAIN. Tél. 126

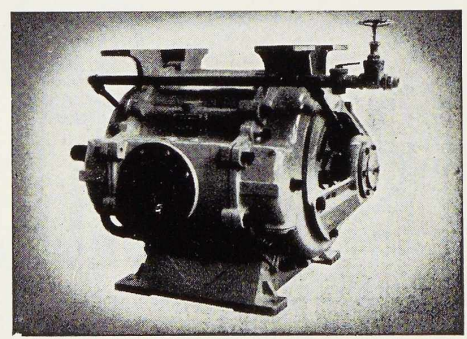
DIVISION MENUISERIE MÉTALLIQUE MÉTALLISATION

La nouvelle gare de Mons est équipée
de **PORTES ET CHASSIS MÉTALLIQUES I. B.**



Vue partielle de la façade principale de la gare de Mons.
Architecte : R. Panis - Parachèvement : Entreprises Générales L. Leturcq, Tournai.



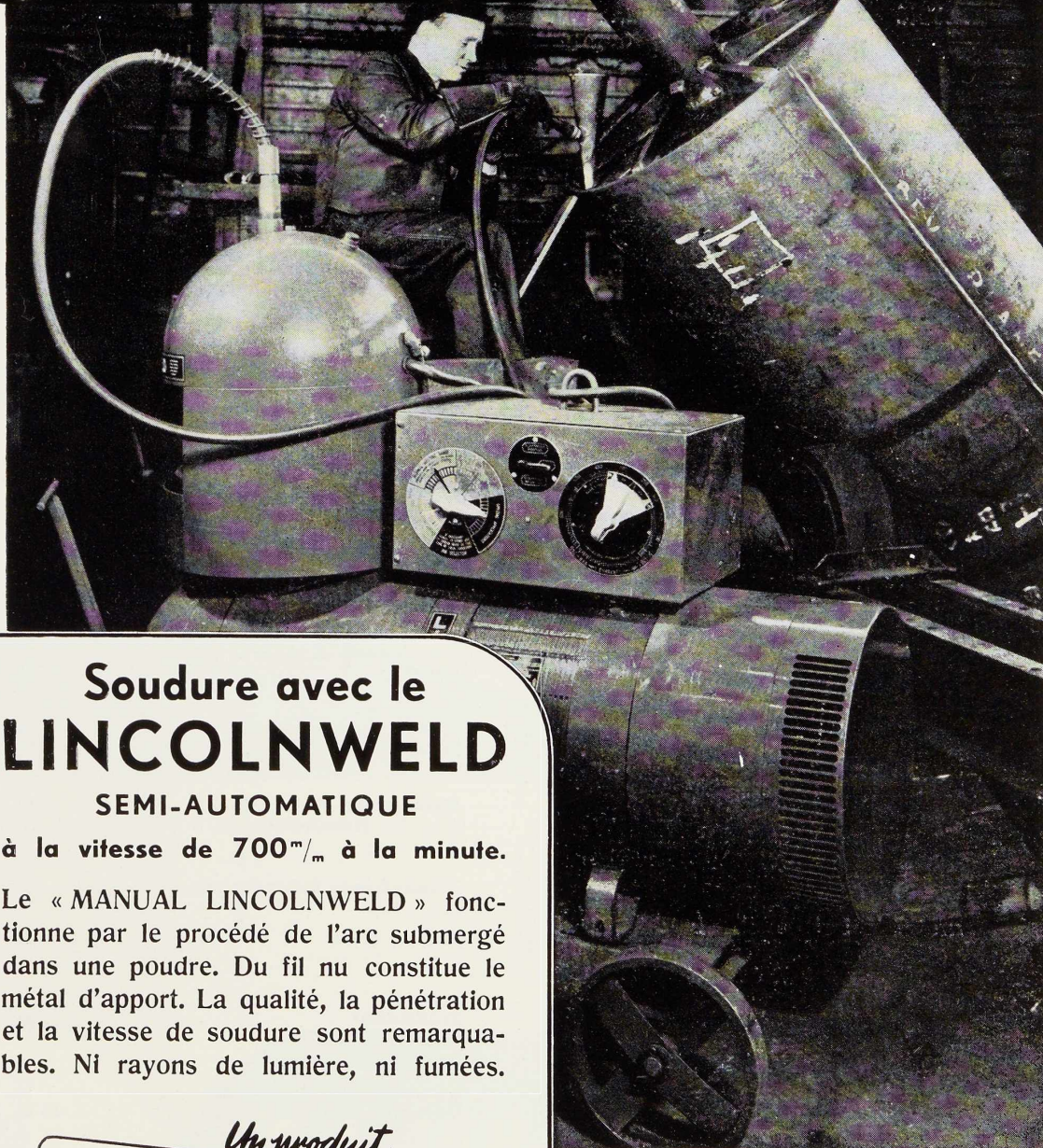


MATERIEL POUR SUCRERIES ET INDUSTRIES CHIMIQUES • APPAREILS DE LEVAGE
 INSTALLATIONS DE MANUTENTION • GROSSE CHAUDRONNERIE
 MOTEURS DIESEL A GRANDE VITESSE • REDUCTEURS DE VITESSE - DEBIAC
 POMPES A VIDE ET SURPRESSEURS A ANNEAU LIQUIDE - HYDRO -
 MATERIEL DE RECUPERATION - IWEL - • INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

ATELIERS DE CONSTRUCTION MECANIQUE DE TIRLEMONT

Anciennement Ateliers J. J. Silain

75% moins de Temps



Soudure avec le **LINCOLNWELD**

SEMI-AUTOMATIQUE

à la vitesse de 700^m/m à la minute.

Le « MANUAL LINCOLNWELD » fonctionne par le procédé de l'arc submergé dans une poudre. Du fil nu constitue le métal d'apport. La qualité, la pénétration et la vitesse de soudure sont remarquables. Ni rayons de lumière, ni fumées.

Un produit

Lincoln

Distributeur :

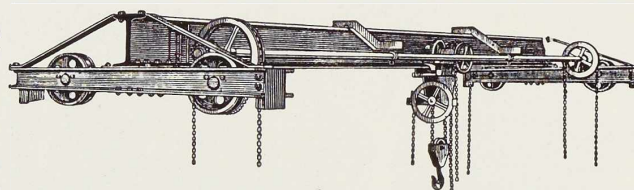
**ARMCO - 22, rue de la Loi
Bruxelles - Tél. 12.23.15**



**LES
CONSTRUCTEURS SPÉCIALISTES
DU PONT ROULANT**
ATELIERS DE
CONSTRUCTION **P. BRACKE**

S. P. R. L.

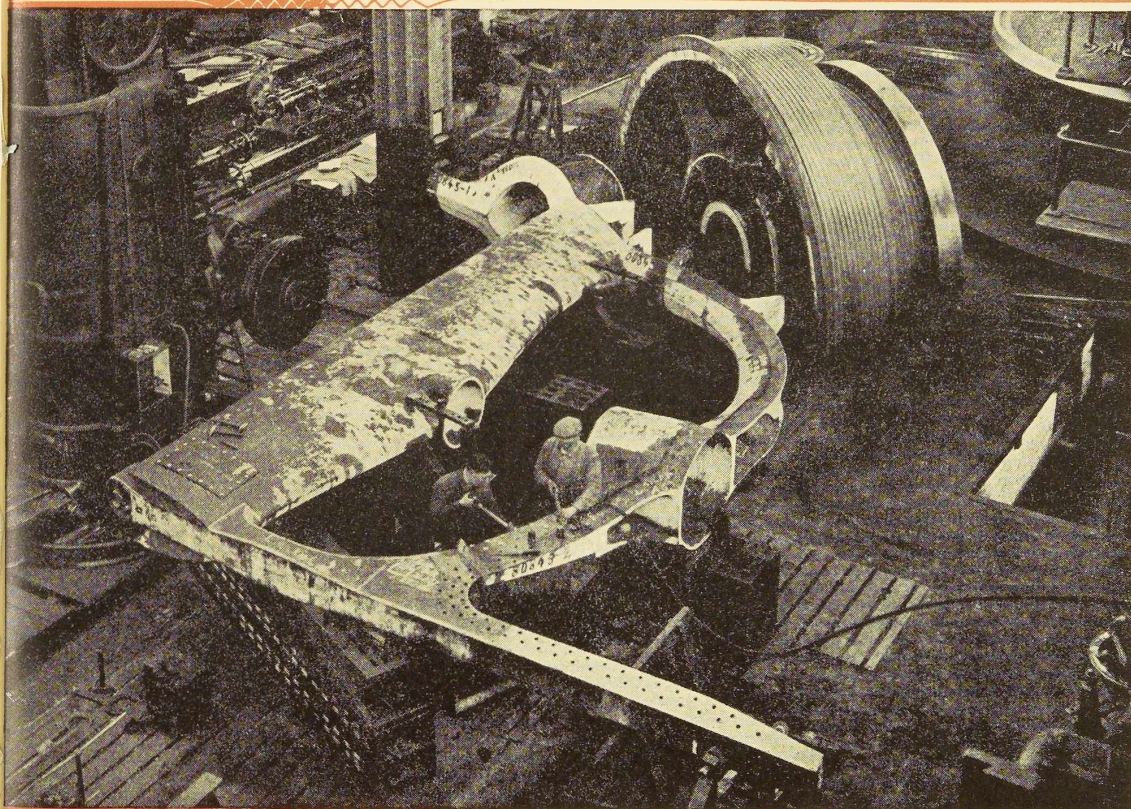
Rue de l'Abondance, 30-40, BRUXELLES
Téléphone 17.39.66 - Reg. Com Bruxelles 303



MANUTENTION - MONORAILS - TRANSPORTEURS - PALANS - CHARIOTS - TREUILS
MOUFLES, ETC... RÉPARATIONS - ENTRETIEN

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		H-I	
A. C. M. T.	44	Herincx-Roneo, S. A.	37
A. E. M. B.	26	I. C. I.	40
L'Air Liquide	6	Industrielle Boraine	44
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	27	J	
Armco	45	S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur	31
B		Constructions Métalliques de Jemeppe- sur-Meuse, S. A.	20
Baume et Marpent	33	Jouret	29
B. E. I.	42	L	
Belradio	43	S. A. L. Leemans & Fils	19
Usines Gustave Boël	18	Laminoirs de Longtain	17
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	35	M-N	
Bracke	46	Manutention Automatique	10
Braine-le-Comte	43	Anc. Ets Nobels-Peelman, S. A.	IV
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve	2	O	
C		L'Oxydrique Internationale	30
P. & M. Cassart	5	P	
C. B. L. I. A.	42	Philips, S. A.	12
Chamebel	38	S	
Cockerill	couv. III	Siderur	32
Columeta	8-9	Soudométal	21
Construction soudée	39	Steyaert-Heene	11
Croisé	42	T-U	
D		Usines à Tubes de la Meuse	14
Davum	23	Ucométal	24-25
Defawes	16	V-W	
Alexandre Devis & C ^o	13-41	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L.	22
E-F		Verdeyen	28
Société Métallurgique d'Enghien Saint- Eloi	II	Anciens Ets Paul Würth	36
E. S. A. B.	15		
Fromont	7		



Usinage sur plancher américain
d'un étambot pour bateau de
10 000 tonnes

Ensemble de 3 pièces, dont
2 en acier coulé et une en
acier forgé

METALLURGIE • CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING • BELGIQUE

A.E.M.

Nobels-Peelman

SINT NIKLAAS (BELGIQUE)

C.F.M.
131109

PONTS ET CHARPENTES
CHAUDRONNERIE
MATERIEL DE CHEMIN DE FER
BENNES • WAGONS BASCULANTS

TÉL. : 13 et 235 ST-NICOLAS • TÉLÉGR. : ATELIERS, ST-NIC.

Kallet

